Hobbit

Maandblad voor hobby-elektronica



BOUWONTWERPEN • AUDIO • HOBBYCOMPUTERS

frequentieband-wals

Versterkers in klassen
Boormachineregelaar
Alles over dioden

nr. 2
feb. 1982
f 4,50 | F 75

Hobbit

Onderdelen zijn leverbaar bij:

Groningen:

Radio Okaphone
Oude Ebbingestaat 60
9712 HL GRONINGEN
(050) 126819

Friesland:

Terpstra Elektronica
Grote Breedstraat 12
9101 KJ DOKKUM
(05190) 4000

Hi-Fi Shop
Noordkade 83
9203 CH DRACHTEN
(05120) 13091

Radio Adema
Herenwal 26
8141 BA HEERENVEEN
(05130) 22207

Het Leekster Elektronikahuis
De Klap 16
9351 GB LEEK
(05945) 15786

Radio Soepboer
Weerd 5
8911 HL LEEUWARDEN
(05100) 24630

Drente:

1Radio Baas
Groningerstraat 73
9401 JB ASSEN
(05920) 12563
Schutstraat 61-63

Couwenberg Electronica
7907 CB HOOGEVEEN
(05280) 69569

E.T.B. Boven
Hoofdstraat 90/92
7941 AL MEPPEL
(05220) 51332

Van Veen Electronica
Veenbeslaan 2
7876 GC VALTHERMOND
(05996) 1362

Overijssel:

Van Schoor Electronica
Raamstraat 28
7411 CW DEVENTER
(05700) 12760

V.d. Sande
Hengelosestraat 176
7521 AK ENSCHEDE
(053) 350396

Radiovo Electronics
Kerkstraat 41
7442 EB NIJVERDAL
(05486) 12728

Fakkert Electronica
Thomas á Kempisstraat 126
8022 AC ZWOLLE
(05200) 32357

Fa. Ten Koppel
Melkmarkt 34
8011 MD ZWOLLE
(05200) 12525

Gelderland:

Tijdink Apeldoorn
Hoofdstraat 44
7311 EM APELDOORN
(055) 214398

Radio te Kaat
Jansbuitensingel 2
6811 AA ARNHEM
(085) 432445

Radio van Zee
Tollenstraat 7
4101 BD CULEMBORG
(03450) 3007

Hobby Electronica H.E.D.
Dr. H. Noodtstraat 34a
7001 DX DOETINCHEM
(08340) 23329

Hobby Service Shop
C. Bosch BV
Proosdijerveldweg 5
6713 CK EDE
(08380) 17211

Veluwse Elektronika Service
Fokko Kortlangstraat 140
3853 KJ ERMELO
(03410-12786)

Technica BV
v. Welderenstraat 103
6511 MG NIJMEGEN
(080) 225210

Manders Electronica
Nieuwstad 2
7201 NP ZUTPHEN
(05750) 22692

Utrecht:

De Wild Elektronica
Kamp 59
3811 AN AMERSFOORT
(033) 726715

Fa. Henko
Waagpassage 104
Winkelcentrum Gordiaan
82323 DW LELYSTAD
(03200) 44830

Radiocentrum BV
Vinkeburgstraat 6
3512 AB UTRECHT
(030) 319636

Noord-Holland:

Elektron
Laat 38
1811 EJ ALKMAAR
(072) 113180

Klein's Handelmij. Aurora
Vijzzlstraat 27
1017 HD AMSTERDAM
(020) 264644

Muco
Bilderdijkstraat 124
1053 KZ AMSTERDAM
(020) 183781

Radio Rotor
Kinkerstraat 55
1053 DE AMSTERDAM
(020) 125759

Radio Vos
Ceintuurbaan 137
1072 GA AMSTERDAM
(020) 736154

R & H.
Derkinderenstraat 98
1061 VX AMSTERDAM
(020) 137019

Reinaert Electronics
Blasiusstraat 14
1091 CR AMSTERDAM
(020) 947218

Televersum
Simonskerkestraat 11
1069 HP AMSTERDAM
(020) 197663

Valkenberg
Kinkerstraat 208
1053 EM AMSTERDAM
(020) 184022

Radio Velt
Huizerweg 50
1402 AD BUSSUM
(02159) 17315

Radio v. Wijngaarden
Weverstraat 68
1790 AC DEN BURG (TEXEL)
(02220) 2695

Elab Components Supply
Service
Roompotstraat 29
1780 AE DEN HELDER
(02230) 30375

Radio Marco
Nassaulaan 10
2011 PC HAARLEM
(023) 310767

Radio Gooiland
Langestraat 197
1211 GX HILVERSUM
(035) 43333

Orbit Nibbixwoud
Nuboxstraat 20
1688 WK NIBBIXWOUD
(02280) 2904

Zuid-Holland:

Zoutman Electronics
Hooftstraat 122
2406 GM ALPHEN A/D RIJN
(07120) 75858

Fa. E.C.D.
Voldergracht 26
2611 EV DELFT
(015) 134429

Goris Elektronika
Binnen Watersloot 18a
2611 BK DELFT
(015) 130489

Radio Gerrése
Voldersgracht 18
2611 EV DELFT
(015) 132234

Ruytenbeek BV
Wilgstraat 53A
2565 MB DEN HAAG
(070) 603355

Radio Ster Leeuwerink BV
Herderinnestraat 2A
2512 EA DEN HAAG
(070) 630157

Radio Gerrése
Regentesseplein 229
2562 EX DEN HAAG
(070) 463975

R.T.V.
Wagenstraat 106
2512 AZ DEN HAAG
(070) 467825

Fa. Stuut en Bruin
Prinsegracht 34
2512 GA DEN HAAG
(070) 604993

De Boer
Voorstraat 431
3311 CT DORDRECHT
(078) 148757

Digiprop Electronics
Boelekade 125
2806 AG GOUDA
(01820) 21933

Radio Shack Electronica
Zeugstraat 34
2801 JC GOUDA
(01820) 21718

Hobbycenter Oudeland
Hoogvliet
Wilhelm Tellplaats 26
3194 HT HOOGVLIET
(010) 168765

Fa. Kok Electronica
Nw. Beestenmarkt 20
2312 CH LEIDEN
(071) 149345

D.C.S. Electronica
Samuel Mullerplein 20
3023 SK ROTTERDAM
(010) 769900

DIL-Electronica
Mijnsherenlaan 108
8081 CH ROTTERDAM
(010) 854213

Radiohuis v.d. Bend
Hoogstraat 149
3111 HE SCHIEDAM
(010) 733855

Radio v.d. Bend
Westhavenplaats 32
3131 BT VLAARDINGEN
(010) 342481

Sprint Elektronica
Achterweg 19
2242 KS WASSENAAR
(01751) 19324

S. C. S. Electronica
Industrieweg 36
2382 NW ZOETERWOUDE
(071) 410302

Zeeland:

Sjiep Hi-Fi
Walstraat 36
4381 EE VLISSINGEN
(01184) 17196

Noord-Brabant:

Rein de Jong BV
Korte Bosstraat 4
4611 MA BERGEN OP ZOOM
(01640) 36028

H. Dijkhuizen
Pr. Bernhardstraat 25
5281 JH BOXTEL
(04116) 72953

Radiobeurs B. H. Rhee
Karnemelkstraat 10
4811 KJ BREDA
(076) 133772

Ben van Dijk
Boschmeersingel 119
5223 HH DEN BOSCH
(073) 216232

De Jong Elektronica
Vughterstraat 52
5211 GK DEN BOSCH
(073) 137347

De Boer Electronica
Kleine Berg 39-41
5611 JS EINDHOVEN
(040) 448827

Vogelzang
Heren Boexstraat 22
5611 AJ EINDHOVEN
(040) 447955

Fa. Mutron
Heggestraat 7
5664 BE GELDROP

Westerhof Elektronica
Molenstraat 154
5701 KK HELMOND
(04920) 46680

Ben van Dijk
Kruisstraat 84
5341 HE OSS
(04120) 34139

Meijsen Electronics
Markt 55
4701 PC ROOSENDAAL
(01650) 34892

Piet Kennis BV
Piusstraat 90
5038 WT TILBURG
(013) 422647

Ben van Dijk
Markt 10
5401 GP UDEN
(04132) 65205

Limburg:

Nysten Elektronica
Burg. Lemmensstraat 125a
6163 JD GELEEN
(04494) 45547

De Jong Electronica
Akerstraat 21
6411 GW HEERLEN
(045) 716829

Electronic Hobby Shop
Hofstraat 2a
5801 BJ VENRAY
(04780) 86078

Rapeco
St. Nicolaasstraat 48a
6211 NP MAASTRICHT
(043) 19021

Jansen Elektronica
St. Josefslaan 1
6006 JC WEERT
(04950) 36782

Alleenimporteur voor België

AMAREX
Transistorstraat 1
3590 HAMONT
(011) 445156

Tevens verkrijgbaar bij alle elektronicawinkeliers

Colofon

Hobbit

Maandblad voor hobby-elektronica

25-1-1982
Uitgave van:
Kluwer Technische Tijdschriften

Postbus 23, 7400 GA Deventer
Tel.: 05700-91911
Telex 49540

België:
Van Putlei 33, 2000 Antwerpen
Telefoon: 031-38 79 86
Telex 71663 Klutijd

Verkrijgbaar bij kiosken, boek- en radiohandelaren.

Directie:
C. Vervoord
België: J. de Wit, Boterbloemlaan 3, 2680 Bornem.

Redactie:
H. ten Bosch, hoofdredacteur
P. J. Smulders, ing. J. P. A. van Prooijen
M. Verstrepen (redactie België)

Nederland	
advertentie reserveringen	91471
advertentiemateriaal & klachten	91693
advertentie bewijsnummers	91478
advertentie betalingen	91484
abonnementen nieuw	91488
abonnementen betaling & adreswijziging	91463

België
advertenties (031) 387986 tst. 21
abonnementen (031) 387986 tst. 25
Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbanken en de Kamers van Koophandel.

Abonnementsprijs:
Nederland: f 44,95 (incl. 4% BTW)
België: F 735 (incl. 6% BTW)

Losse nummers:
Nederland: f 4,50 (incl. 4% BTW)
België: F 75 (incl. 6% BTW)

Nieuwe abonnees ontvangen een stortings-acceptgirokaart. Men wordt verzocht voor betaling van het abonnementsgeld van deze kaart gebruik te maken. Opzegging van het abonnement kan uitsluitend schriftelijk geschieden, uiterlijk één maand voor het einde van het kalenderjaar; nadien vindt automatisch verlenging plaats voor 1 jaar.

Hob-bit verschijnt 11x per jaar.

lid NOTU, Nederlandse Organsiatie van Tijdschrift-Uitgevers
lid FPPB, Federatie van de Periodieke Pers van België.
ISSN 0166 - 5642

Van de redactie

Sprekende elektronica

Verleden jaar, in Hob-bit 3 om precies te zijn, hebben we een testverslag geplaatst van drie pocketvertaalcomputers.
Eén van die vertaalapparaatjes was een heel bijzondere: een sprekende. Het betrof hier de "language translator" van Texas Instruments. De conclusie was dat deze pocketvertalers best aardig kon spreken, maar dat de verstaanbaarheid hier en daar wel wat te wensen over liet.
Onlangs gaf de distributeur van Texas Instruments, Vekano, een seminar over de sprekende IC's van TI. Men introduceerde tevens een nieuw IC, De TMS 5200. Deze heeft, in tegenstelling tot de TMS 5100, een wat "forsere" klank en biedt meer mogelijkheden voor gebruik bij microcomputers.
De beide IC's zijn gebaseerd op het menselijke spraakmechanisme. De longen en de stembanden zijn vervangen door een ruisgenerator, toongenerator en een schakelaar. Keel, neus en mondholten worden door filters gesimuleerd.

Bij de diverse demonstraties die werden gegeven van de beide IC's bleek de TMS 5200 winnaar op het gebied van de verstaanbaarheid. Een nadeel is echter dat er een geringere vocabulaire beschikbaar is dan voor de TMS 5100. Voor beide IC's geldt dat de kwaliteit van de uitgesproken tekst goed verstaanbaar is, mits men natuurlijk een goede kwaliteit luidspreker gebruikt en een dito eindversterker.
De schakeling werkt digitaal, dat wil zeggen dat een stroom enen en nullen de tekst bepaalt die het IC "uitspreekt". Het is een serieel systeem, waardoor steeds één bit naar de Voice Synthesis Processor (VSP) wordt gestuurd. Om nu bijvoorbeeld het woord 'help' uit te spreken zijn al 534 bits nodig. We begrijpen dat we voor een redelijke vocabulaire, een aanzienlijke hoeveelheid geheugen nodig hebben.
Bij deze rij bits wordt onderscheid gemaakt tussen energy-bits, die het volume bepalen (4 bits), een repeat-bit, dat aangeeft of de filter parameter-bits zijn veranderd of ongewijzigd gebleven t.o.v. de vorige cyclus, pitch-bits, die bepalen wat voor toonhoogte de klank heeft (5 bits) en de filter parameterbits, die de klank van de letters bepalen. Dit zijn in totaal 39 bit.
Om nu het woord 'help' uit te spreken wordt eerst een gehele rij bits doorlopen, dus van de energy tot en met de filterparameterbits. Alleen voor de eerste 'h' moet deze gehele rij al 2 maal worden doorlopen. Gedurende de eerste 3 letters 'hel' wordt deze rij 14 maal doorlopen, waarbij steeds enkele bits zijn veranderd.
Als de filterparameterbits zijn veranderd moeten deze 39 bits opnieuw worden doorlopen. Dit om u een indruk te geven van de manier waarop woorden en letters worden gevormd.
Er zijn natuurlijk zeer veel toepassingen voor deze IC's. Denk alleen maar aan telefoonbeantwoorders, alarmsystemen, gehandicaptenzorg en hobbyïstentoepassingen. We horen hier ongetwijfeld nog meer van...

Paul Smulders

Inhoud



Een equalizer is een apparaat dat in de audiowereld wordt gebruikt als een regelbaar bandfilter, om de juiste akoestische aanpassingen te maken. Elke ruimte waarin geluid wordt weergegeven gedraagt zich anders. Om nu toch een optimale natuurgetrouwe geluidsweergave te krijgen is een hoge- en lage tonenregeling niet voldoende. Daarom is de equalizer ontworpen. De hier beschreven 7-traps equalizer maakt gebruik van een enkele voedingspanning en is ook voor gebruik in de auto geschikt.

Frequentieband-wals

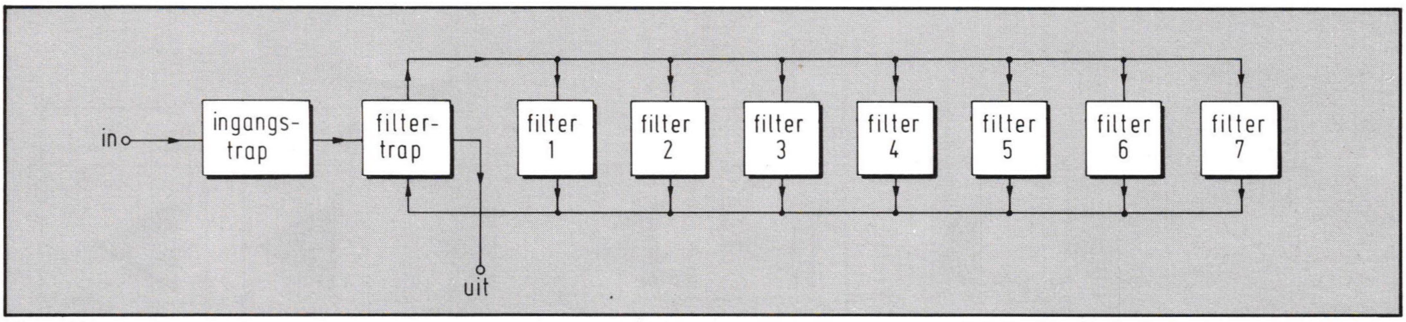


Fig. 1. De equalizer is opgebouwd uit 7 afzonderlijke filtertrappen, waarvan de in- en uitgangen parallel zijn geschakeld. Als de filters met de regelaars in het midden staan ingesteld is de karakteristiek vrijwel lineair.

In principe is een equalizer niets anders dan een parallelschakeling van een aantal nauwkeurig ontworpen filtertrappen. Figuur 1 geeft hiervan een blokschema. Een ingangstrap zorgt voor een universele aansluiting die het mogelijk maakt een grote verscheidenheid aan audio-apparatuur aan te sluiten. De uitgang van de ingangstrap stuurt parallel een aantal filteringangen. De uitgangen van de afzonderlijke filters zijn weer samengekoppeld. Equalizers zijn er in vele soorten. De hier gegeven equalizer past in het middengebied van vergelijkbare apparatuur, die op de markt wordt aangeboden. Zeven afzonderlijke filtertrappen zorgen voor een nauwkeurig instelbaar klankspectrum. Daarbij is elk filter afzonderlijk instelbaar, zowel voor het ophalen als afzwakken van de frequenties.
Als alle regelaars van de hier gegeven equalizer in de middenstand staan is de weergavekarakteristiek recht binnen 1 dB tussen 20 Hz en 150 kHz. Bij gebruik van de aangeven IC's is er een totale ruis van 1 mV. Deze ruis kan worden verminderd door betere IC's toe te passen. Genoemde 1 mV is echter in de meeste gevallen acceptabel. De equalizer heeft bij elke trap een regelbereik van ± 10 dB. De maximale uitgangspanning is ca. 4 volt top-top. De voedingspanning kan worden gekozen tussen 10 V en 24 V. De totaalstroom die de equalizer gebruikt bedraagt ca. 50 mA bij 12 V voeding.

Bandfilter
Om het begrip bandfilter weer te geven laat fig. 2 een karakteristiek zien die 'recht' is tussen ca. 20 Hz en 20 kHz, het gehele audiogebied. Stel nu dat de equalizer moet worden gebruikt in een ruimte waar specifiek tonen rond 1 kHz worden verzwakt door de akoestiek. In dat geval voldoet een hoge tonen filter niet, omdat dit filter een veel hogere frequentieband regelt. De oplossing ligt hier bij een equalizer. Figuur 3 laat zien dat in dit geval de trap, die de frequenties rond 1 kHz regelt, zo wordt ingesteld dat deze frequentieband extra sterk wordt weergegeven. Op die manier is de akoestiek in de ruimte gecorrigeerd.
Voor een goede geluidsweergave in de auto is een equalizer eigenlijk onontbeerlijk. De autocabine heeft dermate slechte akoestische eigenschappen dat verschillende frequenties worden versterkt of verzwakt. Lage tonen komen er helemaal niet tot uiting, omdat de ruimte daarvoor veel te klein is. Bovendien hebben we in de auto snel last van zogenaamde staande golven die elkaar opbouwen of afbreken. Mede vanuit dit oogpunt gezien is de equalizer goed te gebruiken in de auto, eventueel in combinatie met de eerder beschreven booster.

Veel OpAmps
Figuur 4 geeft het schema van de volledige equalizer voor één kanaal. Bij stereotoepassingen moeten 2 van deze schakelingen worden gebouwd. Daarbij is het mogelijk om de regelaars afzonderlijk te

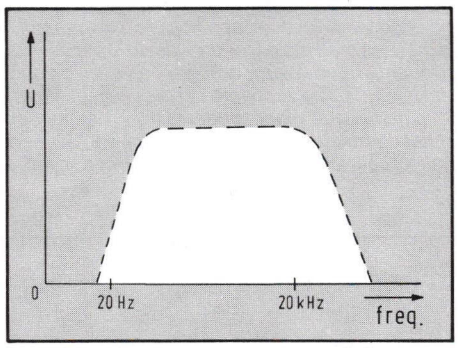


Fig. 2. Bij geluidsweergave is het de bedoeling dat het audio klankspectrum volkomen recht is. Dit is zonder equalizer vrijwel nooit te realiseren.

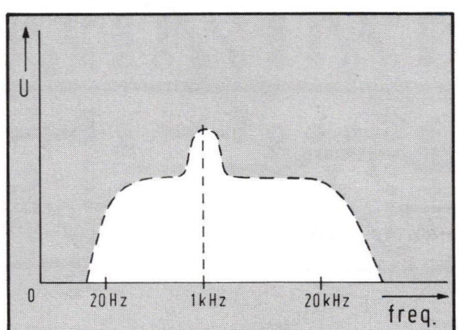


Fig. 3. Met behulp van een equalizer kan bijv. een enkel deel uit het klankspectrum worden gelicht en extra worden versterkt of verzwakt. In dit geval betreft dat frequenties rond 1 kHz.

houden, zodat 7 trappen zowel links als rechts regelbaar zijn. Ook kunnen stereoregelaars (dubbele potmeters) worden toegepast, dan wordt het geheel gewoon een stereo 7-traps equalizer. Voor de auto is dit laatste beslist aan te bevelen.
In de equalizer volgens fig. 4 zijn 9 IC's verwerkt van het bekende type μA 741. De keuze is juist hierop gevallen omdat dit bij het printontwerp gunstig uitvalt, i.v.m. overspraak en instabiliteit. Als een zeer ruisarme equalizer op prijs wordt gesteld kunnen alle μA 741 IC's worden vervangen door bijv. N5534 (Philips/Signetics), waardoor de ruisfactor nog een factor 5 of meer lager komt te liggen. In dat geval is het ook wenselijk geen koolpotmeters toe te passen maar draadgewonden typen. In fig. 4 vormt IC1 de ingangstrap die hier een impedantie heeft van ca. 100 kΩ. De gevoeligheid, die over een groot bereik regelbaar is, kan worden ingesteld met P1, tussen enkele millivolt en 1 V effectief.
Omdat de gebruikte IC's normaal gesproken symmetrisch zouden moeten worden gevoed, is een speciale hulpspanning aangelegd, die de IC's laat werken vanuit de halve voedingspanning. Daarvoor zorgt de spanningsdeler die bestaat uit weerstand R35 en R36. Elco C3 is noodzakelijk voor het onderdrukken van stoorspanningen, die via de voedingslijn binnen kunnen komen. De weerstanden R28 t/m R34 zorgen ervoor dat de halve voedingspanning op de filtertrappen IC3 t/m IC9 terecht komt. Weerstand R1 doet hetzelfde bij de ingangstrap. Voor IC2, de uitgangstrap, is dat niet nodig omdat de uitgang van IC1, via weerstand R3, de ingang van IC2 met gelijkspanning stuurt.

De uitgangsimpedantie van de equalizer is ongeveer 400 Ω. Deze kan worden verlaagd, door R5 te vervangen door een galvanische verbinding (draadje). In dat geval zal de uitgangsimpedantie nog ca. 150 Ω zijn. Op de uitgang is geen gelijkspanningscomponent aanwezig, omdat C2 deze tegenhoudt. De centerfrequenties van de equalizer zijn verdeeld over het gehele audiobereik. Met P2 kan het gebied rond 50 Hz worden geregeld. P3 regelt rond 150 Hz en P4 rond 400 Hz. Met P5 is de band rond 1 kHz in te stellen en

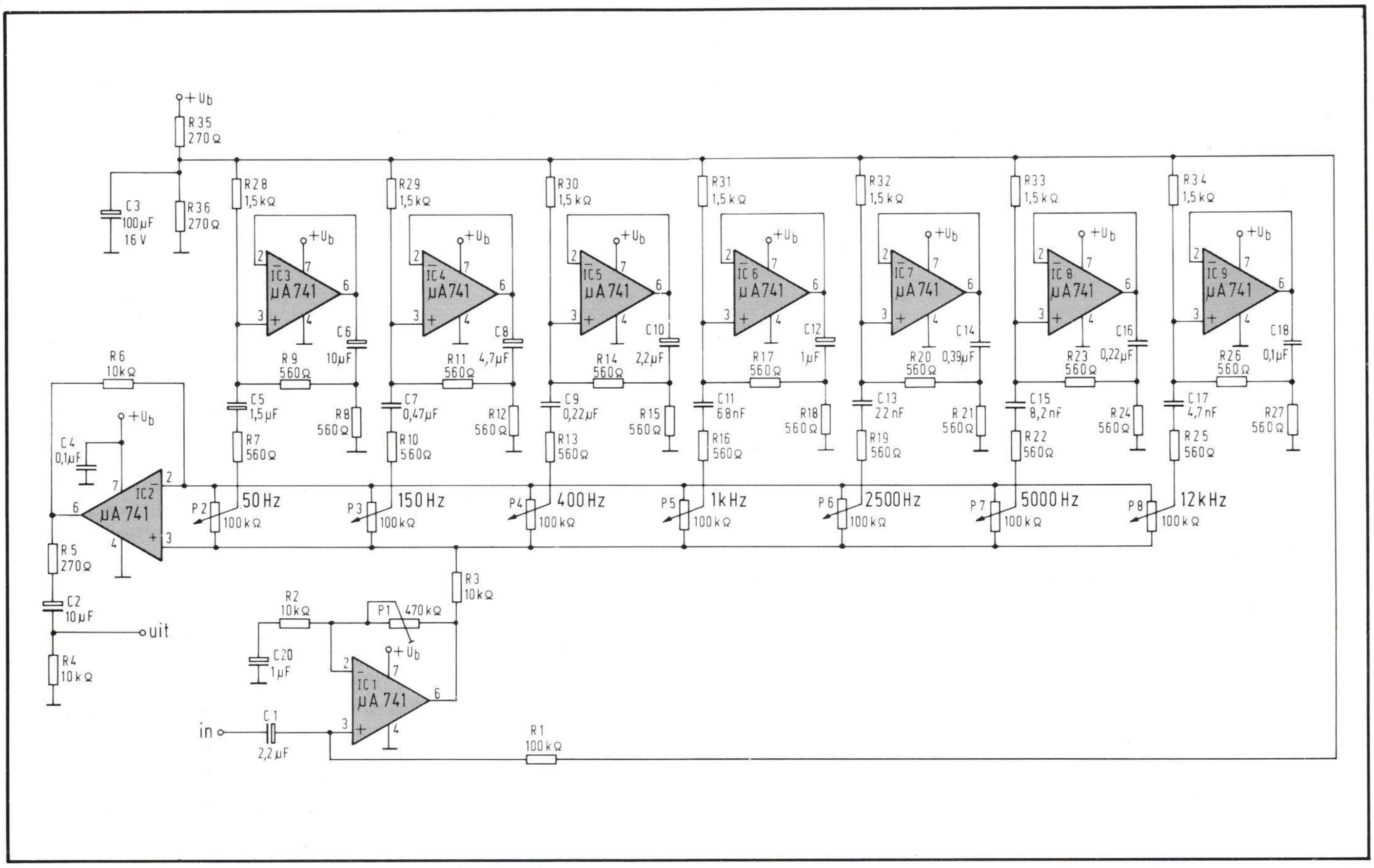


Fig. 4. Het schakelschema van de universele 7-traps equalizer is opgebouwd rond 7 OpAmps van het type µA 741. Omdat de voeding asymmetrisch is kan de schakeling ook gemakkelijk in de auto worden gebruikt.
IC2 is een OpAmp die zorgt voor versterking. De versterking wordt mede bepaald door de verhouding van R6 en P2... P8. De loper van P2 ligt via R7, C5, R9 en R8 aan de nul. Daarbij is C5 frequentie-afhankelijk en zal een hogere 'weerstand' krijgen naar mate de frequentie afneemt.
In principe is op die manier een actief filter gevormd met een maximale werking als de loper van P2 in de bovenste stand staat. In dat geval is de versterking van IC2 maximaal voor een bepaalde frequentieband. Wordt de loper van P2 in de onderste stand geplaatst dan vindt juist maximale verzwakking plaats. In dat geval speelt R3 mee zodat een dubbele verzwakking plaats heeft. In de eerste plaats door de verhouding van R6 en P2, waarbij P2 een grote weerstandswaarde heeft. In de tweede plaats door R3 t.o.v. het netwerk vanaf R7.
Een specifiek bandfiltereffect wordt verkregen door het complete netwerk van R7, C5, R9, C6, R8 en IC3. Optimale verzwakking vindt plaats met de loper van P2 in de onderste stand. IC3 is noodzakelijk als impedantieomvormer. Het IC geeft zelf geen spanningsversterking.

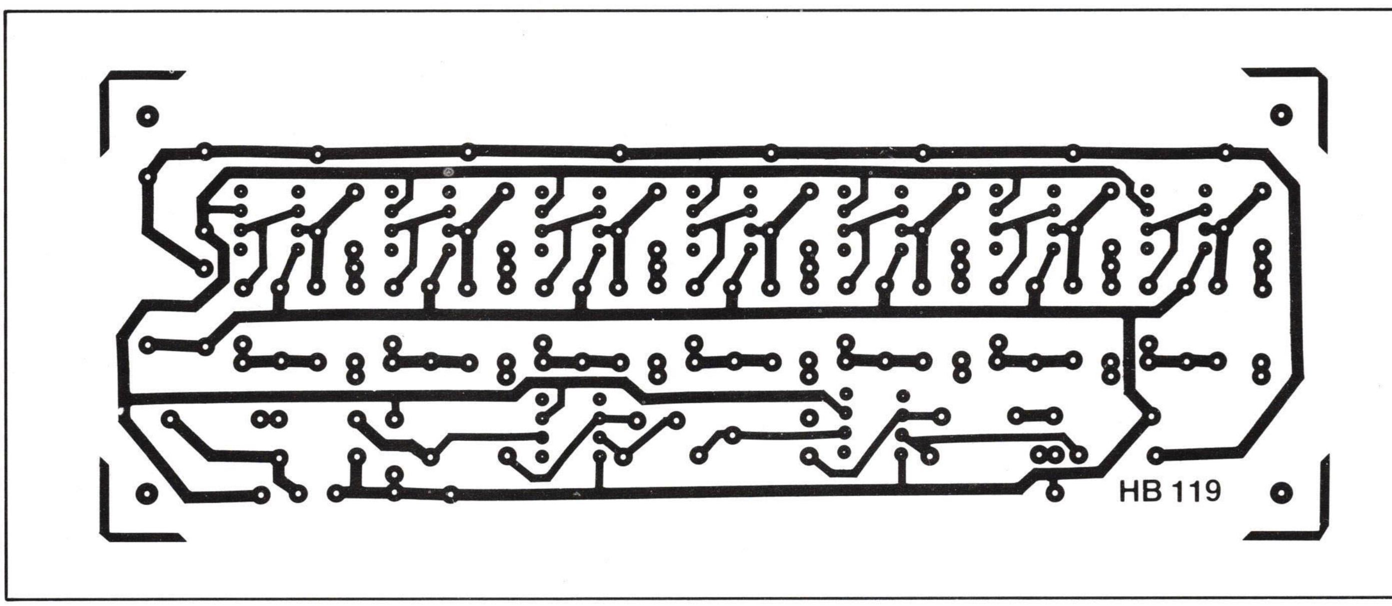
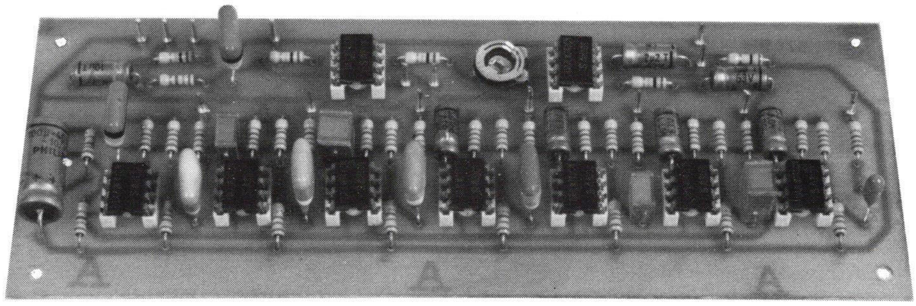


Fig. 5. De lay-out voor de print, waarop de schakeling van fig. 4 kan worden aangebracht. De schaal is hier 1:1 en het aanzicht is van de soldeerzijde.

P6 regelt rond 2,5 kHz. Tot slot zorgen P7 en 8 voor regeling van de band rond resp. 5 kHz en en 12 kHz. Afhankelijk van de persoonlijke smaak kunnen de centerfrequenties anders worden gekozen. In dat geval hoeven alleen de condensatoren rond elke filtertrap te worden gewijzigd. Grotere condensatoren geven een lagere centerfrequentie.

En nu solderen!
Figuur 5 geeft de lay-out voor de print, waarop de schakeling volgens fig. 4 kan worden aangebracht. De schaal is hier 1:1 en het aanzicht is van de soldeerzijde. De compontenopstelling is te zien in fig. 6, evenals de externe aansluitingen. De bouw van de equalizer kan nauwelijks problemen opleveren. Het is verstandig alle IC's op voetjes te plaatsen, omdat dit eventuele service vergemakkelijkt. Om de externe bekabeling gemakkelijk te kunnen aanbrengen kunnen printpennen worden geplaatst op de externe aansluitpunten. Totaal zijn dit 15 aansluitingen.
De vaste punten van de potmeters P2 t/m P8 komen aan elkaar te zitten en gaan gezamenlijk naar de punten 10 en 11 van de print. Op punt 15 wordt de voedingspanning aangesloten. Deze hoeft niet te worden gestabiliseerd als er behoorlijk grote signalen worden aangeboden (zoals in de auto). Alleen bij zwakke ingangsignalen (< 50 mV) is het raadzaam een spanningsgestabiliseerde voeding toe te passen.
De uitgangsleiding hoeft, vanwege het laagohmige karakter, meestal niet te worden afgeschermd. De ingang echter wel. Als de equalizer vanuit een zeer laagohmige uitgang wordt aangestuurd (< 100 Ω) kan deze laatste afscherming meestal ook vervallen.
Ter verduidelijking van de bouw van de equalizer geeft afb. 7 nog een foto van de complete print. Duidelijk zijn hier de 7 filtertrappen naast elkaar te zien. Voor de meeste elco's zijn op de proefprint axiale uitvoeringen genomen.



Afb. 7. Deze foto geeft een goede indruk van de compleet gemonteerde equalizerprint. Sommige aansluitingen bevinden zich midden op de print om stoorspanningen te vermijden.

componentenlijst bij fig. 4 en 6.

weerstanden:
R1 = 100 kΩ
R2, R3, R4, R6 = 10 kΩ
R5, R35, R36 = 270 Ω
R7 t/m R27 = 560 Ω
R28 t/m R34 = 1,5 kΩ, instelpotmeter
P2 t/m P8 = 100 kΩ, potmeter, lineair

condensatoren:
C1, C10 = 2,2 μF/25 V
C2, C6 = 10 μF/25 V
C3 = 100 μF/25 V, axiaal
C4, C18 = 0,1 μF
C5 = 1,5 μF/25 V
C7, C8 = 0,47 μF
C9, C16 = 0,22 μF
C11 = 68 nF
C12, C20 = 1 μF, 25 V
C13 = 22 nF
C14 = 0,39 μF
C15 = 8,2 nF
C17 = 4,7 nF

halfgeleiders:
IC1 t/m IC9 = μA741, 8 pens 'dual in line' (zie tekst)

overige componenten:
1 print HB 119
15 printpennen, 1 mm rond
9 IC voetjes, 8 pens 'dual in line'

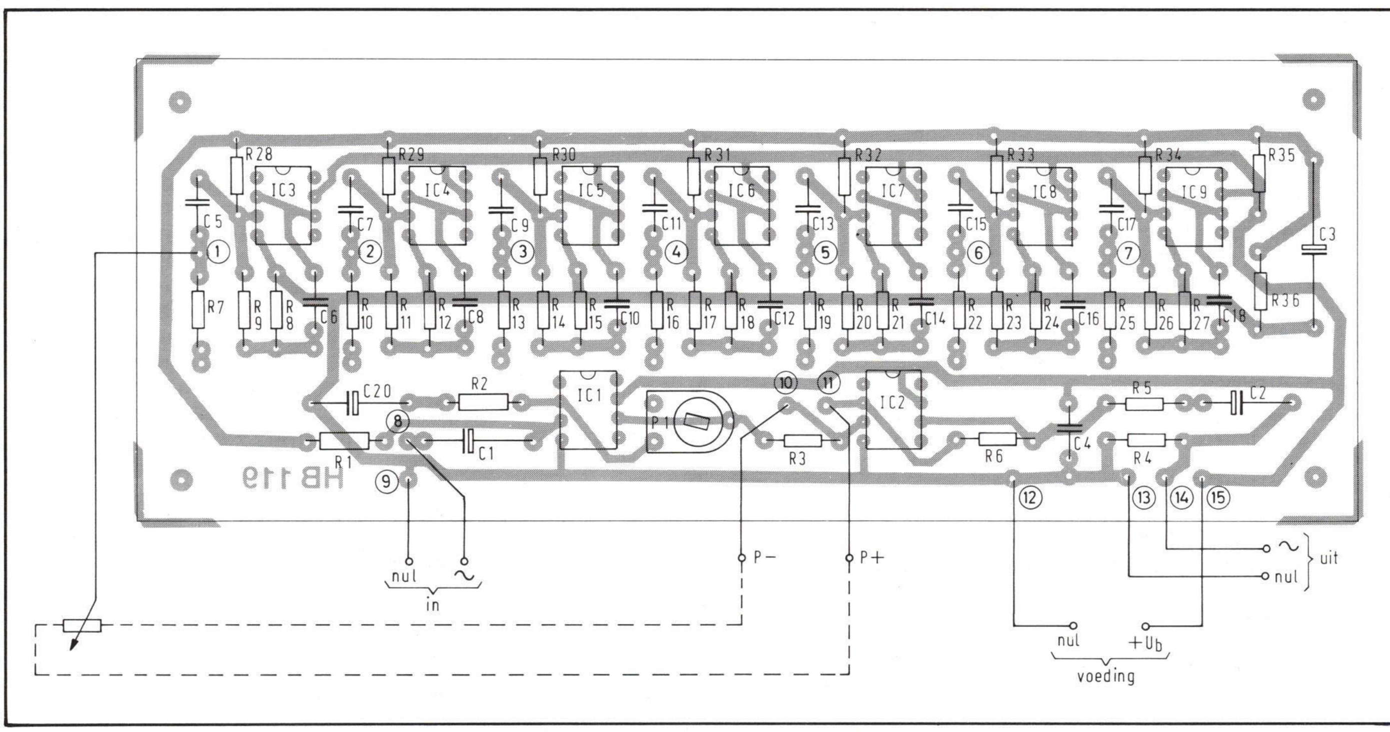


Fig. 6. De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 4 op de lay-out van fig. 5. De print is bijzonder overzichtelijk.

Versterkers in klassen

Het lijkt allemaal zo simpel: je sluit een zwak signaal aan op de ingang van een transistor – of een in een IC opgenomen aantal halfgeleiders – en aan de uitgang daarvan staat een prachtig, versterkt signaal tot je beschikking.
Dit *lijkt* niet alleen simpel, het *is* het ook. De eenvoudige versterker functioneert heel goed volgens dit beginsel, alleen: is het versterkte signaal wel in alle opzichten het evenbeeld van het zwakke, ingaande signaal? Is het nergens ook maar in de geringste mate aangetast, vervormd? En zo ja, in hoeverre is dat dan hoorbaar?

Als we het hier over 'signaal' hebben, dan bedoelen we het laagfrequentsignaal van bijvoorbeeld een platenspeler, cassettedeck of tuner. Dat signaal is met een gemiddelde waarde van zo'n 100 millivolt, ofwel 1/10 volt, natuurlijk veel te zwak voor directe uitsturing van de luidspreker die daar tenslotte krachtige, hoorbare geluidstrillingen van moet maken. En dus moet dat signaal op een versterker worden aangesloten, een zgn. LF-versterker of, zoals tegenwoordig méér wordt gezegd: een audioversterker. Aangezien het meestal ook altijd om stereo gaat en elke audioversterker uit twee in één behuizing ondergebrachte monoversterkers bestaat, spreekt men ook vaak van stereoversterker. Dat zijn er dus twee in één, waarbij de volume en andere regelaars met beide ingebouwde monoversterkers zijn verbonden. Maar dit terzijde.

Aandacht voor de eindversterker
Elke versterker bestaat uit twee hoofddelen: een voor- en een eindversterker, en waar het in dit artikel nu om gaat is de *eindversterker* die ook wel *eindtrap* wordt genoemd. Eindversterkerschakelingen zijn er in vele soorten en maten en het is zeker zinvol om daar iets vanaf te weten, daar die schakelingen van directe invloed op de uiteindelijke geluidskwaliteit zijn. Aan de buitenkant van de versterker is dat niet te zien!

Waar gaat het allemaal om? Het toegevoerde signaal, dat al door de voorversterker tot een zekere waarde is versterkt en dat als het goed is het hele geluidsspectrum omvat en dan ook een frequentie-omvang van ongeveer 20 Hz tot zeker 20.000 Hz heeft, moet door de eindtrap onbeknot worden doorgegeven. Niet alleen doorgegeven, ook versterkt natuurlijk. De *bandbreedte* van de eindversterker moet ruim genoeg zijn om dat hele spectrum te kunnen verwerken. En al die frequenties, van laag tot hoog, moeten ook *even sterk* worden versterkt, of anders gezegd: de frequentiekarakteristiek moet recht zijn.
Van elementair belang tenslotte is dat de golfvorm van het aangeboden signaal, hoe die ook is, ongewijzigd blijft. Er mogen geen spontane veelvouden, zgn. harmonischen, worden opgewekt en er mag geen inwerking van de verschillende frequenties op elkaar zijn. Deze harmonische en intermodulatievervorming zijn maar enkele van de vervormingsmogelijkheden. Een andere is de cross-oververvorming, waar we het nog speciaal over gaan hebben. Want deze allerminst plezierige soort van vervorming heeft in het bijzonder met de opbouw van de eindtrap te maken.

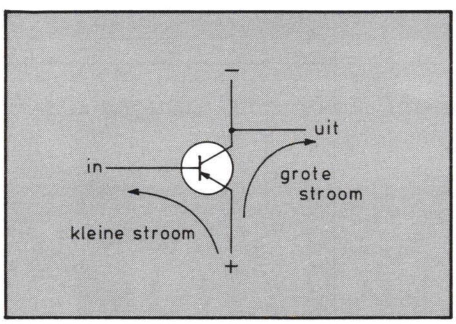
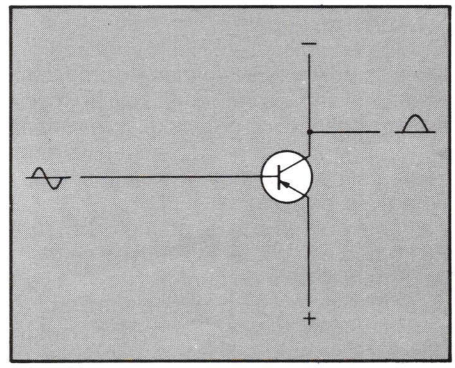


Fig. 1. Kleine stroom in – grote stroom uit: versterking.

Klasse-A-versterker
Elk versterkingselement tast het signaal natuurlijk altijd wel enigszins aan, hoe weinig dat ook is. Dus ook de eindversterker. Maar de eindtrap die dat het minst doet is de zgn. klasse-A eindtrap. Klasse A, dat is de meest eenvoudige, meest voor de hand liggende schakeling. Laat we eens zien waar het hierbij precies om gaat.
De transistor is een halfgeleider, een versterkerelement, waarvan de collectorstroom in sterke mate variëert zodra de stroom door emitter en basis in geringe mate verandert. Kleine stroomvariaties aan de ingang dus en grote, evenredige stroomvariaties aan de uitgang. Er is sprake van versterking, van *signaalversterking* om precies te zijn, want die stroomvariaties aan de ingang worden veroorzaakt door het aangeboden signaal van platenspeler, cassettedeck, of wat dan ook.
Om die stroomversterking vervormingsvrij te doen verlopen is het noodzakelijk dat de transistor nauwkeurig wordt *ingesteld*. Zouden we dat niet doen, dan zouden alleen de positieve of negatieve helften van het te versterken signaal invloed op de collectorstroom hebben. (Positief of negatief, dat ligt eraan of een zgn. PNP- of NPN-transistor is toegepast. In principe zijn deze transistortypen aan elkaar gelijk, alleen de polariteit is precies omgekeerd).


Fig. 2. Zonder voorinstelling: versterking van halve periode en dus: vervorming.

Aan een versterking van een half signaal hebben we niet veel en wat doen we dus? We leggen simpelweg aan de basis van de transistor een voorspanning aan waardoor er, of er nu wel of geen signaal is, een continu, klein instelstroompje door basis en emitter vloeit. En bijgevolg ook een continue collectorstroom, een veel grotere stroom natuurlijk. Zolang er geen signaal is, is dat een zinloze stroom, maar daar is nu eenmaal niets aan te doen.
Als er wél signaal op de transistorbasis komt, dan zijn nu zowel de positieve als de negatieve helft van invloed op de basisstroom en dus ook op de collectorstroom. Immers, het signaal zal de reeds aanwezige basis-instelstroom netjes doen toe- en afnemen. Zolang de stuurstroom (het signaal dus) nu maar niet groter is dan de basis-instelstroom, wordt de grenslijn waarboven geen versterking mogelijk is niet gepasseerd, en worden positieve zowel als negatieve halve perioden gelijkelijk en dus onvervormd doorgegeven.
Een voorbeeld. Stel er loopt, voordat het

signaal wordt aangesloten, een instelstroompje van 0,1 mA. Nu sluiten we het te versterken signaal – het stuursignaal – aan, waarvan de maximale stroompieken eveneens 0,1 mA bedragen. Dan zal de resulterende basisstroom (omdat de stroompieken elke halve periode een tegengestelde polariteit hebben) de ene keer 0,1 + 0,1 = 0,2 mA en de andere keer 0,1 – 0,1 mA = 0 mA bedragen. Het gevolg is dat de basisstroom varieert van 0

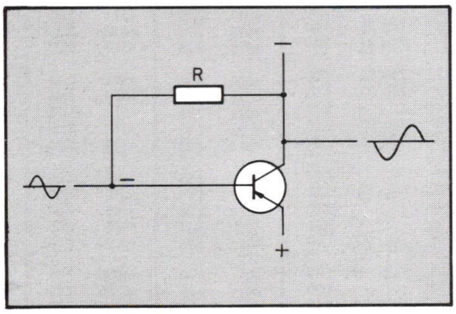


Fig. 3. Met voorinstelling: versterking van hele periode en dus: geen vervorming, maar wel een constante, grote ruststroom.

tot 0,2 mA, een variatie die netjes door de collectorstroom wordt gevolgd. Is de collectorstroomvariatie bijvoorbeeld 0 tot 10 mA, dan hebben we een signaalversterking van 50 maal, een gangbare waarde. Overigens is een collectorstroom van 0 mA een utopie, want er vloeit altijd wel een kleine lekstroom. Maar die laten we hier maar even buiten beschouwing.

Voor- en nadelen

De hier beschreven klasse-A eindtrap heeft als kenmerk: een continue collectorstroom. Dat betekent, als het om enigszins grote vermogens gaat: een nogal groot stroomverbruik en grote warmte-ontwikkeling, juist bij afwezigheid van signaal. Want naarmate er meer signaal wordt verwerkt wordt de warmte-ontwikkeling minder, omdat er dan in plaats van een maximale continu gelijkstroom een stroom van wisselende sterkte – een wisselstroom – door de transistor gaat. Maar, deze versterker munt wél uit door een uitermate lage vervorming. Hij wordt dan ook, ondanks het slechte rendement van nog geen 25%, wél toegepast, zij het sporadisch, en wel in zeer dure HiFi-versterkers waarbij het beste van het beste nog maar nauwelijks goed genoeg is.
In portable apparatuur wordt de klasse-A eindtrap natuurlijk nooit of te nimmer toegepast: de batterijen zouden veel te snel leeg zijn. En dat is niet nodig, want er bestaat ook nog een ander type eindtrap, een eindtrap die wél zuinig is bij afwezigheid van signaal: de klasse-B eindtrap.

Klasse-B versterker

Niet alleen verbruikt de klasse-A eindversterker onevenredig veel stroom bij afwezigheid van signaal, maar ook is het niet goed mogelijk er een groot uitgangsvermogen mee te verwezenlijken. Dat is wél mogelijk met de zgn. balanseindtrap.
Een balanseindtrap bestaat uit twee identieke transistoren (of elektronenbuizen, maar dat is weer een verhaal apart). Beide transistoren zijn zodanig geschakeld dat de één de positieve helften van het signaal voor zijn rekening neemt en de ander de negatieve helften. Bij deze schakeling worden de transistoren helemaal *niet* in geleiding gebracht als er geen signaal is en er loopt dan ook geen collectorstroom. Er wordt in het algemeen van *complementaire transistoren* uitgegaan, dat zijn in de fabriek bij elkaar gezochte transistoren, waarvan de één een PNP- en de ander een NPN-type is, maar die verder voor 100% aan elkaar gelijk zijn.
Met zo'n complementair paar kan een zeer eenvoudige balanseindtrap worden gebouwd, daar beide transistoren zonder verdere voorzieningen automatisch de positieve of de negatieve signaalhelft voor hun rekening nemen: de PNP-transistor versterkt alleen de negatieve perioden van het signaal en de NPN-transistor uitsluitend de positieve perioden. Door de beide eindtransistoren in de zgn. geaarde-collectorschakeling (emittervolger) op te nemen die een zeer lage uitgangsimpedantie heeft, kan de luidspreker direct op het transistorpaar worden aangesloten. Deze luidspreker krijgt van beide

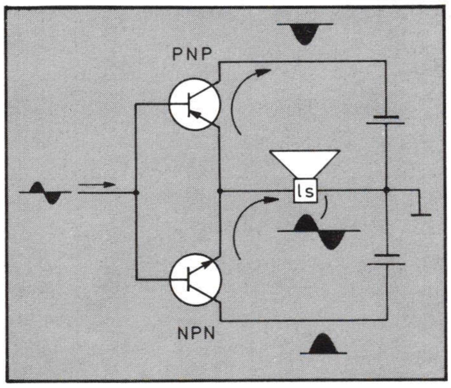


Fig. 5. De meer gebruikelijke methode waarbij complementaire transistoren (die in de fabriek worden gepaard) worden toegepast.

transistoren de versterkte, elkaar aanvullende positieve en negatieve signaalhelften en geeft dan ook een gaaf totaalsignaal weer.
Nou ja, gaaf... Daar mankeert toch nog wel wat aan, want omdat beide transistoren bij aanbod van het signaal vanaf de nulgeleiding worden ingeschakeld is er geen sprake van echteineariteit. Een zwak signaal wordt dan ook niet in gelijke mate versterkt als een sterk signaal; er is kortom sprake van niet-lineaire vervorming. Voor een beetje kwaliteitsversterker (en dat zijn ze tegenwoordig haast allemaal!) komt de klasse-B eindtrap dan ook niet ter sprake.

Klasse-AB versterker

Nee, in plaats van de niet zo zuiver klinkende, maar wel zuinige B-versterker wordt alom gebruik gemaakt van de klasse-AB versterker die, zoals de term al aangeeft,tussen de A- en de B-versterker in staat.

Bij de AB-versterker worden de beide eindtransistoren zodanig ingesteld dat er bij afwezigheid van signaal een zeer kleine ruststroom loopt. Bij kleine signalen werkt zo'n eindtrap dan prachtig in klasse-A en dat zijn dan precies twee vliegen in één klap: kleine ruststroom en hoge geluidskwaliteit. En wat gebeurt er bij het verwerken van krachtiger signalen? Wel, dan werkt de eindtrap als een klasse-B versterker. Hierbij treedt dan weer onvermijdelijk de niet-lineaire vervorming op, maar toch in veel mindere mate dan bij de pure klasse-B versterker het geval is. Om ook deze vervorming zoveel mogelijk te elimineren worden onder meer tegenkoppelschakelingen (feed back) toegepast.

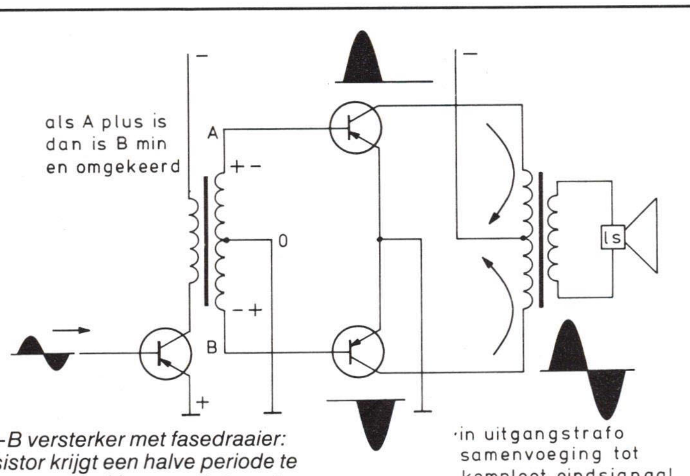


Fig. 4. Klasse-B versterker met fasedraaier: elke eindtransistor krijgt een halve periode te verwerken die na versterking weer tot een totaalsignaal worden bijeengevoegd.

DIL

TRANSISTOREN.

2N 706	1,40
2N 708	1,50
2N 914	2,80
2N 918	1,95
2N 1613	1,25
2N 1711	1,25
2N 1893	1,45
2N 2102	2,20
2N 2219a	1,25
2N 2222a	0,95
2N 2646	2,40
2N 2647	3,00
2N 2904a	1,25
2N 2905a	1,25
2N 2906a	1,05
2N 2907a	1,10
2N 3053	1,45
2N 3054	3,50
2N 3055rca	4,75
2N 3553	6,35
2N 3702	0,30
2N3704	0,50
2N 3771	9,20
2N 3773	9,70
2N 3819	1,80
2N 3820	2,55
2N 3866	4,80
2N 3904	0,40
2N 3906	0,40
2N 4036	2,35
2N 4037	1,85
2N 4427	4,35
3N 211	6,70
AC 125	1,45
AC 126	1,45
AC 127	1,45
AC 128	2,10
AC 187/01	3,40
AC 188/01	2,50
AC187/188k	6,20
AD 136	16,05
AD 148	4,50
AD 149	6,65
AD 161/162	8,25
AF 106	5,55
AF 239	8,45
ASZ 16	7,05
AU 106	12,00
AU 110	12,00
BC 107b	0,80
BC 108b	0,80
BC 109c	0,90
BC 140-10	1,45
BC 141-10	1,45
BC 160-10	1,45
BC 161-10	1,45
BC 177b	0,95
BC 178b	0,90
BC 179c	0,90
BC 184c	0,30
BC 214c	0,30
BC 237b	0,25
BC 238b	0,25
BC 239c	0,25
BC 327b	0,40
BC 337b	0,35
BC 516	0,90
BC 517	0,95
BC 546b	0,30
BC 547b	0,25
BC 548b	0,25
BC 549c	0,30
BC 550b	0,40
BC 550c	0,40
BC 556b	0,30
BC 557b	0,25
BC 558b	0,25
BC 559c	0,25
BD 135	0,95
BD 136	0,95
BD 137	1,20
BD 138	1,00
BD 139	1,20
BD 140	1,00
BD 183	5,85
BD 232	3,60
BD 233	1,35
BD 234	1,20
BD 235	1,20
BD 236	1,30

BD 237	1,35
BD 238	1,35
BD 241a	2,00
BD 241c	2,20
BD 242a	2,00
BD 242c	2,20
BD 245c	3,80
BD 246c	4,00
BD 249c	6,70
BD 250c	7,25
BD 441	1,70
BD 442	1,70
BD 679	2,05
BD 680	2,10
BDX 64b	6,70
BDX 65b	8,00
BF 167	1,55
BF 173	1,55
BF 178	2,50
BF 182	3,70
BF 199	0,50
BF 244a	1,35
BF 244b	1,80
BF 244c	2,00
BF 245a	1,35
BF 245b	1,35
BF 245c	1,10
BF 256a	1,75
BF 256b	1,75
BF 256c	1,75
BF 259	1,55
BF 324	0,65
BF 327	5,00
BF 336	2,65
BF 450	0,75
BF 451	0,80
BF 494	0,70
BF 495	0,60
BF 900	2,75
BF 907	3,45
BF 981	3,55
BFR 90	2,90
BFR 96	7,50
BFT 66	11,80
BFT 67	11,60
BFW 16a	4,05
BFY 90	3,30
BLY 87a	32,50
BLY 88a	45,00
BLY 89a	65,00
BLY 90	118,95
BS 170	3,55
BU 126	6,40
BU 133	11,85
BU 208	6,85
BU 208a	8,35
BU 426a	6,85
BUX 28v	30,30
E 300	2,15
E 310	3,25
MJ 2501	5,85
MJ 2955	5,00
MJ 3001	5,95
MJ 15003	24,60
MJ 15004	26,35
MJE 340	1,60
MRF 237	9,95
MRF 238	53,70
MU 10	2,20
SD 1127	9,95
SD 1272	45,00
TIP 31a	1,70
TIP 31c	2,00
TIP 32a	1,95
TIP 32c	2,10
TIP 33b	3,15
TIP 34b	3,40
TIP 41a	2,00
TIP 41c	2,50
TIP 42a	2,30
TIP 42c	2,65
TIP 122	2,80
TIP 127	2,95
TIP 142	7,10
TIP 147	7,50
TIP 2955	2,80
TIP 3055	2,75
VN 88af	8,50
40360	2,35
40362	2,45

LINEAIRE IC's.

LM 336	
LM 337k	28,25
LM 337t	6,05
LM 339	2,20
LM 348	2,75
LM 349	6,70
LF 356n8	3,50
LF 357n8	3,50
LM 358	1,75
LM 380	3,65
LM 386	1,95
LM 387	2,50
LM 391n60	5,10
LM 395K	22,40
ZN 414	5,20
ZN 419	12,55
ZN 425	24,95
ZN 426	17,00
ZN 427	46,20
ZN 428	38,30
SL 440	12,60
TCA 440	8,25
SL 490	23,00
NE 543	13,40
NE 544	9,70
TAA 550	1,35
NE 555n8	1,20
NE 556	2,60
NE 558	7,50
NE 559	7,50
SAS 560	9,95
LM 565	4,20
S 566b	11,15
LM 566	7,50
LM 567	4,95
NE 570	23,80
SAS 570	9,95
SAB 0600	12,00
TAA 611b12	5,90
LM 703to	3,70
uA 709to	2,00
uA 709n8	1,35
LM 710to	4,00
LM 710n8	2,50
LM 711to	4,85
uA 723to	2,40
uA 723n14	1,70
LM 725to	8,55
uA 726	28,80
TCA 730	16,25
uA 739	5,65
TCA 740	16,25
uA74lto	1,90
uA 741n8	1,20
uA 747	2,55
uA 748	1,60
TCA 760b	6,40
TAA 761a	2,55
TAA 765a	3,75
TBA 800	4,55
TBA 810s	2,75
TBA 820	2,55
TCA 830s	4,05
TAA 861d	2,85
TAA 865a	3,60
OM 931	76,00
OM 961	78,50
TCA 965	7,45
TEA 1002	49,95
TDA 1003	9,95
TDA 1004	14,00
TDA 1006	12,65
TEA 1007	7,40
TDA 1008	13,95
TDA 1010	7,45
TDA 1022	32,95
SAD 1024	53,75
TDA 1024	6,95
TMS 1121	57,00
MC 1310	5,20
LM 1458n8	1,90
MC 1488	3,40
MC 1489	3,40
LM 1496	3,10
CDP 1802	41,15
LM 1886	28,00
LM 1889	14,00
SAA 1900	73,65
TDA 2002	5,40
TDA 2003	6,80

ULN 2003	3,60
TDA 2004	14,60
TDA 2020	10,80
TDA 2108	77,90
XR 2206	23,00
XR 2207	18,40
XR 2240	5,35
TDA 2541	11,50
LM2907n14	14,35
CA 3028a	5,30
CA 3045	21,00
CA 3046	3,85
CA 3052	8,90
CA 3059	9,50
CA 3060e	9,55
CA 3079	6,30
CA 3080n8	3,40
CA 3081	4,50
CA 3082	4,05
CA 3083	4,50
CA 3084	8,85
CA 3086	3,00
CA 3089e	3,00
CA 3090aq	8,00
CA 3094at	4,00
CA 3096e	6,90
CA 3099e	5,60
CA 3130n8	4,10
CA 3140e	3,90
CA 3161e	5,00
CA 3162e	21,00
CA 3189e	7,30
CA 3240n8	4,80
CEM 3310	31,95
CEM 3320	28,95
CEM 3330	33,50
CEM 3340	46,50
TMS 3874	14,00
LM 3900n	3,15
LM 3909n	2,75
LM 3911n	6,95
LM 3914	12,10
LM 3915	12,10
RC 4136n	2,50
RC 4151nb	7,15
XR 4195cp	6,80
XR 4212cp	8,15
TCA 4500a	10,35
XR 4741	6,15
SAA 5000	20,00
MK 5009	39,65
SAA 5010	31,30
SAA 5020	31,30
SAA 5030	58,15
SAA 5041	93,75
SAA 5051	63,60
HM 5058n	23,30
HM 5314	16,95
HM 5316	19,00
HM 5318	33,85
TCA 5500	26,00
NE 5534an	12,00
NE 5534n	9,60
6502	31,30
6520	22,00
6522	33,35
6232	38,45
65,51	49,40
ICM 7038	15,35
ICL 7106	38,50
ICL 7107	38,50
ICM 7216a	119,00
ICM 7216b	131,70
ICM 7216c	131,70
ICM 7216d	97,00
ICM 7217a	53,15
ICM 7217j	60,80
ICM 7226	119,00
ICM 7555	6,20
ICL 8038	20,10
MC 8308p	31,60
9368	9,00
9370	9,00
9582	15,55
SN 16889p	8,35
SN 28654n	13,85
MK 50395	52,15
MK 50398n	52,15

7400/7400ls-serie.

7400	741s 00	1,00
7401	74ls 01	1,00
7402	74ls 02	1,00
7403	74ls 03	1,00
7404	74ls 04	1,00
7405	74ls 05	1,00
7406		1,60
7407		1,60
7408	74ls 08	1,00
7409	74ls 09	1,00
7410	74ls 10	1,00
7411	74ls 11	1,00
7412	74ls 12	1,00
7413	74ls 13	1,45
7414	74ls 14	1,90
	74ls 15	1,00
7416		1,60
7417		1,60
7420	74ls 20	1,00
7421	74ls 21	1,00
7422	74ls 22	1,00
7423		1,60
7425		1,45
7426	74ls 26	1,00
7427	74ls 27	1,00
7428	74ls 28	1,30
7430	74ls 30	1,00
7432	74ls 32	1,00
7433	74ls 33	1,00
7437	74ls 37	1,30
7438	74ls 38	1,00
7439		4,20
7440	74ls 40	1,30
7442	74ls 42	1,80
7443		4,20
7444		4,20
7445		3,40
7446		3,40
7447	74ls 47	3,20
7448	74ls48	2,65
	74ls 49	2,45
7450		1,30
7451	74ls 51	1,00
7453		1,30
7454	74ls 54	1,00
	74ls 55	1,00
7460		1,30
	74ls 63	4,10
7470		1,50
7472		1,50

7473	74ls 73	1,65
7474	74ls 74	1,45
7475	74ls 75	1,50
7476	74ls 76	1,50
	74ls 78	1,50
7480		2,55
7481		4,90
7482		4,90
7483	74ls 83	2,30
7484		5,30
7485	74ls 85	2,70
7486	74ls 86	1,45
7489		11,60
7490	74ls 90	1,90
7491	74ls 91	3,30
7492	74ls 92	1,90
7493	74ls 93	1,90
7494		2,70
7495	74ls 95	2,20
7496	74ls 96	2,60
7497		8,90
74100		5,55
74104		3,50
74105		3,50
74107	74ls 107	1,50
74109	74ls 109	1,45
74111		2,30
	74ls 112	1,45
	74ls 113	1,50
	74ls 114	1,50
74115		4,90
74116		4,85
74118		4,40
74120		5,15
74121		1,70
74122	74ls 122	2,00
74123	74ls123	2,55
	74ls124	4,30
74125	74ls125	1,75
74126	74ls 126	1,75
74128		1,40
74132	74ls 132	2,05
74136	74ls 136	1,45
	74ls 137	3,55
	74ls 138	2,50
	74ls 139	2,25
74141		3,60
74142		12,70
74143		13,70

HEF 4000-serie.

4000	0,95
4001	0,95
4002	0,95
4006	2,75
4007	0,95
4008	2,75
4011	0,95
4012	0,95
4013	1,55
4014	2,75
4015	2,75
4016	1,65
4017	2,60
4018	2,75
4019	2,25
4020	3,45
4021	2,75
4022	2,75
4023	0,95
4024	2,25
4025	0,95
4027	1,65
4028	2,35
4029	3,35
4030	1,25
4031	5,00
4035	2,90
4040	2,90
4041	2,60
4042	2,60
4043	2,60
4044	2,60
4046	3,05
4047	3,05
4049	1,65
4050	1,65
4051	2,75
4052	3,45
4053	3,45
4060	3,40
4066	1,90
4067	13,65
4068	1,05
4069	1,05
4070	0,95
4071	0,95
4072	0,95
4073	0,95
4075	0,95
4076	3,05

4077	1,10
4078	1,10
4081	0,95
4082	0,95
4085	1,90
4086	1,90
4093	1,80
4094	5,00
4502	3,05
4505	7,60
4508	7,60
4510	3,45
4511	3,35
4512	3,35
4514	6,20
4515	6,20
4516	3,45
4517	11,75
4518	3,05
4519	2,35
4520	3,05
4512	7,60
4528	2,90
4585	2,60
40097	2,35
40098	2,35
40106	1,80
40160	3,60
40161	3,60
40162	3,60
40163	3,60
40174	2,80
40175	2,80
40192	3,15
40193	3,15
40194	3,15
40195	3,15
40244	6,90
40245	6,90

HALFGELEIDERS

PRIJZEN PER 1 JANUARI 1982 (inkl. BTW.)

DIL ELEKTRONIKA

Mijnsherenlaan 108 - ROTTERDAM
(3081CH) - Telefoon 010-854213

leverings-info

partikulieren:

PER BRIEF met ingesloten GBK, BBK of EUROCHEQUE, wél ondertekenen, géén bedrag invullen i.v.m. prijswijzigingen of 'uitverkocht' zijn.
-Verzendkosten f 5,-
GEEN MINIMUM ORDERBEDRAG.

TELEFONISCH of per BRIEFKAART: Levering onder rembours.
-Verzendkosten f 10,- (tot 1 kg.)
MINIMUM ORDERBEDRAG f 50,-.

BUITENLAND: Eerst folder aanvragen met afwijkende verzendkosten en verrekening BTW.

winkel geopend:

Dinsdag t m vrijdag 9.00 tot 18.00 uur.
zaterdag van 9.00 tot 16.00 uur.

bedrijven/instellingen:

Levering onder rembours met BTW-nota.
-Verzendkosten f 10,-.
MINIMUM ORDERBEDRAG f 50,-

Op rekening: 30 dagen netto, uitsluitend schriftelijke bestellingen en-of afhaalbon.
-Verzendkosten f 5,- voor orders boven f 100,- kleinere orders f 10,-.

Wij behouden ons het recht voor onder rembours te leveren.

Al onze gepubl. prijzen zijn INKL. BTW.

gesloten:

Maandag (de gehele dag) en vrijdagavond (geen koopavond).

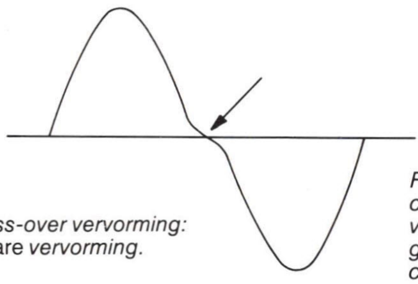


Fig. 6. Cross-over vervorming: een hele nare vervorming.

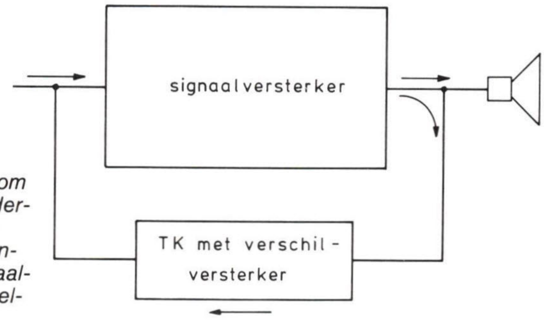


Fig. 7. Een van de remedies om cross-over vervorming te ondervangen: tegenkoppeling, tegenwoordig vaak met geavanceerde verschil- of differentiaalversterkers in het tegenkoppelcircuit.

Cross-over vervorming
Nu zit er aan die balanseindtrap een narigheidje dat de klasse-A versterker nooit kent. De klasse-A versterker verwerkt het hele signaal, dus de positieve zowel als de negatieve helft, in één ononderbroken handeling, terwijl de klasse-B en ook de klasse-AB versterker dit in twee handelingen doet. Het signaal wordt als het ware gehalveerd en na versterking weer aaneengevoegd. Dit aaneenvoegen gaat niet geheel en al onmerkbaar, er ontstaat een zekere mate van *overneemvervorming* die veelal *cross-oververvorming* wordt genoemd. Het is een vervelend type vervorming die het geluid wat 'metalig' maakt. Althans, bij de snel schakelende transistor is dat het geval. Een uit buizen opgebouwde versterker schakelt wat trager en daardoor is die cross-over vervorming bij zo'n versterker geringer. Zo'n versterker klinkt daardoor wat 'warmer'.

De kwaliteit van een versterker wordt voor een zeer belangrijk deel bepaald door de wijze waarop het cross-over probleem door de ontwerper van de versterker is opgelost. Meestal worden zeer gecompliceerde tegenkoppelcircuits toegepast, waarbij het uitgangsignaal wordt vergeleken met de signaalvorm in een voortrap. Optredende verschillen worden dan onmiddellijk gecorrigeerd. Op dit gebied zijn de laatste tijd opmerkelijke resultaten geboekt, die de fabrikanten natuurlijk niet onder stoelen of banken steken, blijkens termen als Super Servo Versterker, Super Feed Forward, Sigma Drive, Non-Switching versterker, en dergelijke. Dat dit beslist geen loze kreten zijn is bij éven luisteren ogenblikkelijk waar te nemen, want dergelijke versterkers klinken vaak opvallend *schoon*, ja, hebben in sommige gevallen al de warme, harmonieuze, volle klank van de klasse-A versterker. Zonder de nadelen daarvan vanzelf!

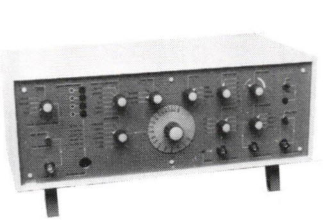
Wim van Bussel

In 'Actueel' kan iedere importeur/fabrikant een interessant of nieuw produkt (hoeft niet speciaal op elektronica-gebied) aan de lezer voorstellen. Stuur uw bijdrage aan: KTT, redactie Hob-bit, postbus 23, 7400 GA Deventer. Tevens even de Belgische importeur/vertegenwoordiger vermelden. België: KTT, redactie Hob-bit, Van Putlei 33, 2000 Antwerpen. Voor inlichtingen: (05700) 91374.

Professionele functiegenerator zelf bouwen

De coöperatieve vereniging LOT uit Eijsden heeft het initiatief genomen tot het uitbrengen van een serie elektronica bouwpakketten. Het eerste apparaat uit deze serie is de functiegenerator LMG-01, een meetinstrument met een tot nu toe ongekende prijs-prestatie verhouding. Het apparaat levert alle signaalvormen, nodig voor het testen van audio-apparatuur. Naast de gebruikelijke specificaties die standaard zijn voor functiegeneratoren, levert de LMG-01 enige signalen die slechts bij veel duurdere apparatuur worden aangetroffen:

- afzonderlijke digitale uitgang, omschakelbaar tussen TTL en C-MOS;
- burst voor sinus en driehoek over het volledige frequentiebereik (in de burst-mode levert de generator een instelbaar aantal perioden wél signaal, en een instelbaar aantal perioden géén signaal, omschakelen gebeurt, ook bij hoge frequenties, tijdens de nuldoorgang);
- lineaire- en logaritmische sweep met interne sweepspanning;
- een 'audio-scan'-faciliteit, waarmee het volledige audiogebied van 20 Hz . . . 20 kHz automatisch wordt doorlopen.



Het frequentiebereik van de functiegenerator loopt van 0,2 Hz . . . 200 kHz in 6 gebieden. De lineaire uitgang levert sinussen, driehoeken en blokgolven tot 15 V top-top, instelbaar in vier gebieden.
Het apparaat is ondergebracht in een witte kunststof kast met een strakke, driekleurige frontplaat. De volledige elektronica, incl. schakelaars, potmeters en uitgangen, is ondergebracht op twee printen, voorzien van componentenopdruk. Bijgeleverd wordt een uitvoerige, Nederlandstalige bouwbeschrijving. De prijs bedraagt *f* 499,–, incl. BTW en verzendkosten.

Inl.: Coöperatieve vereniging LOT, Antwoordnummer 20601, 6230 VG Eijsden, (043) 11919.

Kleurencomputer

Tandy presenteerde onlangs de nieuwe TRS 80 kleurencomputer. Deze computer kan op een normaal kleurentelevisietoestel (PAL-systeem) worden aangesloten.

Er zijn diverse spelletjes- en serieuze werkprogramma's leverbaar in zgn. ROM-packkages. Dit is een printje dat in een aan de zijkant van de computer geplaatst klepje kan worden geschoven. Het langdurige laden m.b.v. de cassetterecorder behoort hiermee tot het verleden, hoewel deze wél kan worden aangesloten op de computer.



De kleurencomputer kan worden geleverd met een 4, 16 of 32 Kbyte geheugen. Standaard is de TRS 80 kleuren computer uitgerust met de programmeertaal 'Colour BASIC'. Hij kan echter dank zij een nieuw type microprocessor (6809) worden uitgebouwd voor Extended Colour BASIC.

Wat betreft de spelletjes: men kan joysticks (letterlijk vertaald pretknuppels, een betere vertaling is 'stuurknuppel') aansluiten. Het systeem werkt met 8 verschillende kleuren en 255 geluidstonen, die via de HF-kabel uit de luidspreker van uw televisietoestel klinken.
Kortom: een veelzijdige computer, die vooral de hobbyïst aantrekkelijke mogelijkheden biedt. De prijs van de 4 Kbyte uitvoering is, incl. BTW *f* 1875,–; de 16 Kbyte uitvoering kost *f* 2725,–.

Inl.: Tandy Corporation, Vijzelsgracht 107, 1018 VN Amsterdam, (020) 237987



Informatiekrant

Bakker Junior te Genemuiden heeft onlangs nummer 2 van consumenteninformatiekrant 'Geweldig Gereedschap' laten verschijnen. Dit is een 4 pagina's dikke krant op weekend formaat, waarin een overzicht van een aantal voor de doe-het-zelver geschikte machines wordt gegeven, aangevuld met praktische tips.

'Geweldig Gereedschap 2' schenkt aandacht aan de nieuwe produkten van Bakker Junior. Dat zijn de Oxyweld, een geheel nieuwe ontwikkeling op het gebied van lassen, en de Monza Rapid 160, een acculader/starter.
Over de Oxyweld hebben we al eens iets geschreven in 'Actueel'. De Monza Rapid 160 brengt de mogelijkheden van acculaden (snel of langzaam naar keuze) en het vlot aan de praat krijgen van motoren binnen het bereik van degenen die voor een 'particulier haalbare' prijs een stuk professioneel gereedschap willen kopen.
Verder bevat 'Geweldig Gereedschap 2' een overzicht van divere andere gereedschappen, waarbij bijv. de kleine, handige slijpmachines opvallen.

De krant is bij de vakhandel gratis verkrijgbaar.

Inl.: Bakker Junior BV, Postbus 134, 8280 AC Genemuiden (05208) 55077.

Vermogenstransistoren

Het nieuwe Discrete Power Devices Databook van SGS omvat 780 bladzijden met de technische specificaties van 460 vermogenstransistoren en darlingtons voor professionele, industriële en consumententoepassingen.

Selectietabellen op collectorstroom, spanning, technologie en behuizing vergemakkelijken een snelle identificatie van het meest geschikte type. Tevens is een uitgebreide equivalentenlijst opgenomen.

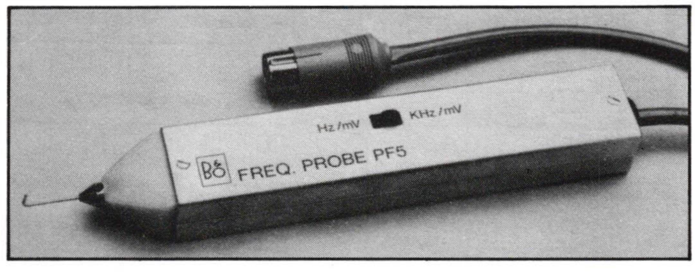
Inl.: Nijkerk Elektronika BV Postbus 7920, 1008 AC Amsterdam (020) 42 89 33.

Frequentie probe

Bang en Olufsen heeft een meetinstrument in het programma, waarmee frequenties kunnen worden gemeten tussen 5 Hz en 1 MHz. Het is een probe, die moet worden aangesloten op een voltmeter (B&O RV 11).

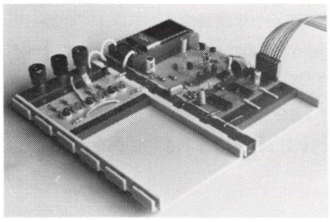
Het apparaatje kan in veel gevallen een dure en grote frequentieteller vervangen en is gemakkelijk te gebruiken. De probe PF 5 heeft een dunne punt en een schakelaar voor het Hz-bereik en het kHz-bereik.
Het te meten signaal moet groter zijn dan 20 mV, het van frequentie naar spanning omgezette signaal van de probe wordt d.m.v. een DIN-connector verbonden met de RV11 voltmeter.

Inl.: Bang & Olufsen Nederland BV, Measurings instruments division, Koninginneweg 54, 1241 CV Kortenhoef (035) 61824.



EBBO electronic

Dit soldeerloze, modulaire experimenteersysteem, dat wij vorig jaar ook al tegenkwamen op de Duitse beurs 'Hobbytronic', bestaat uit 14 verschillende modulen, die alle apart verkrijgbaar zijn. De basis voor het systeem is de grondplaat. Hierin kunnen alle andere modulen worden geplaatst. Het systeem laat zich zeer eenvoudig uitbreiden in de lengte-, breedte- en hoogte-richting. Door dit experimenteerboard kunnen schakelingen worden gerealiseerd met een zeer grote componentendichtheid.

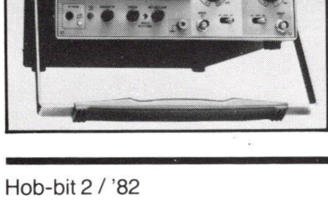


Voor de beginner wordt bij de twee verschillende startverpakkingen een boekje in de Nederlandse taal met basisschakelingen meegeleverd. Door de zeer logische beschrijvingen van deze schakelingen, is het voor elke beginner mogelijk de ontwerpen na te bouwen. De startverpakkingen worden zonder componenten geleverd. Voor de professionele gebruiker zal blijken dat door de modulaire structuur ook complexe schakelingen snel en eenvoudig kunnen worden gemaakt.

Inl.: Interkontakt International,
Groenewoud 8,
5512 AL Vessem,
(04979) 753.

National oscilloscopen

Onder de naam 'Panascope' introduceert National een serie oscilloscopen. Deze serie VP 5200 omvat vier modellen die opvallen door een eenvoudige bediening. Dat komt vooral tot uitdrukking in de triggerfunctie door middel van Auto-Fix (autmatic fixed level triggering), die de triggering sterk vereenvoudigt en met een beeld, dat ongeacht de amplitude, frequentie



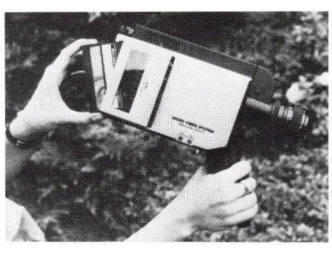
en rising time van het ingangsignaal stabiel blijft.

De 'Panascope' serie VP 5200 telt vier modellen: de VP 5215 A: 15 MHz in 1-kanaals uitvoering, alsmede de VP 5216 A: 15 MHz, de VP 5220 A: 20 MHz en de VP 5230 A: 30 MHz, alle in 2-kanaals uitvoering. De nauwkeurigheid voor alle modellen is 1 mV/DIV (1 DIV is 10 mm).

Inl.: Hessing
Telecommunicatie BV,
Groen van Prinsterenweg 15-17,
3731 HA De Bilt, (030) 763521.

Micro-video

Het nieuwe Micro-Video-Systeem van Panasonic is momenteel het kleinste, lichtste en wat betreft energieverbruik en opnameduur het tot nu toe meest ontwikkelde Micro-Video-Systeem.
In dit systeem zijn de videokleurencamera en videorecorder samengebracht in één compact apparaat met de afmetingen van een traditionele smalfilmcamera.
In plaats van de gebruikelijke opnamebuis is deze camera uitgevoerd met een uit één enkele chip bestaand opnamesysteem. Bij de succesvolle introductie van dit nieuwe systeem maakte naast de gemakkelijke en ongecompliceerde bediening vooral de hoge beeldkwaliteit een grote indruk.
Reeds in februari van dit jaar introduceerde Matsushita een Micro-Video-Systeem met een 1/2 inch 'cosvicon' kleurenbeeldbuis, inmiddels is deze 'cosvicon'-beeldbuis vervangen door de CPD-chip (Charge Priming Device).



Door het veelvuldige gebruik van IC's en LSI's in het schakelgedeelte kan het stroomverbruik tot 4,9 watt worden beperkt. Daarmee heeft dit systeem het geringste energieverbruik van alle tot nu toe ontwikkelde systemen.
De opnameduur is 2 uur.
De afmetingen van de microvideocassettes bedragen slechts 94 x 63 x 14 m, waardoor deze cassette zelfs iets kleiner is dan de normale audio-cassette.

Inl.: Haagtechno BV,
Postbus 236,
5201 AE Den Bosch,
(073) 215265

Koss introduceert nieuwe modellen

Koss, fabrikant van hoogwaardige stereo hoofdtelefoons, is er opnieuw in geslaagd enkele nieuwe modellen op de geluidsmarkt te introduceren.
Men presenteert o.a. het topmodel van het gesloten lichtgewicht dynamisch systeem, de 'PRO/4X'. Op het gebied van luidsprekerboxen worden de 'Dynamite sound' en 'Fire' geïntroduceerd. Beide luidsprekerboxen zijn van uitzonderlijke klasse.
Nieuw is ook de 'Koss K/4D', een 'digital delay systeem', dat de

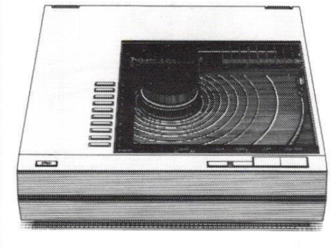


huiskamer akoestisch verandert in o.a. een auditorium, theater of concertzaal. Gezien de reputatie die Koss in de loop der jaren heeft opgebouwd met de HV/X stereofoon, een exclusief open systeem model en de populaire Sound partner, de open lichtgewicht stereofoon, zullen ook de nieuwe modellen hun weg naar de kritische luisteraar zeker vinden.

Inl.: Van Oostvoorn BV,
Postbus 192,
4130 ED Vianen,
(03473) 74737.

Geavanceerde draaitafel

Technics introduceert een volautomatische computergestuurde direct drive draaitafel (model SI-15) met automatische programmakeuze mogelijkheid. Het apparaat is niet veel groter dan een platenhoes.
De draaitafel kan normaal staan, maar is ook met behulp van beugels te bevestigen aan het plafond en aan de muur. De platenklem is in het deksel ingebouwd, evenals de tangentiële arm. De direct drive motor is in het onderste deel geplaatst.
Met behulp van 10 tiptoetsen aan de bovenzijde kunnen automatisch 10 muziekstukken in iedere gewenste volgorde worden geselecteerd. Dit geschiedt door middel van een optisch sensorsysteem. Dit werkt als volgt: aan de onderzijde van het deksel bevindt



zich een optische sensor, die een infrarood signaal uitzendt in de richting van de plaat. Wanneer dit signaal in de groef van een muziekstuk valt wordt het niet gereflecteerd. Valt de lichtstraal echter op het stukje groef tussen twee muziekstukken in, dan wordt de straal gereflecteerd en opgevangen door een foto transistor. Op deze manier is de sensor in staat het oppervlak van de plaat af te lezen en te 'zien' wanneer een nummer is afgelopen.

Inl.: Haagtechno BV,
Postbus 236,
5201 AE Den Bosch,
(073) 215265

Ontworpen met behulp van het licht van een laser

Het was altijd al de droom van een luidsprekerontwerper, om de luidsprekerconus te kunnen zien bewegen, maar dan 100x vergroot.

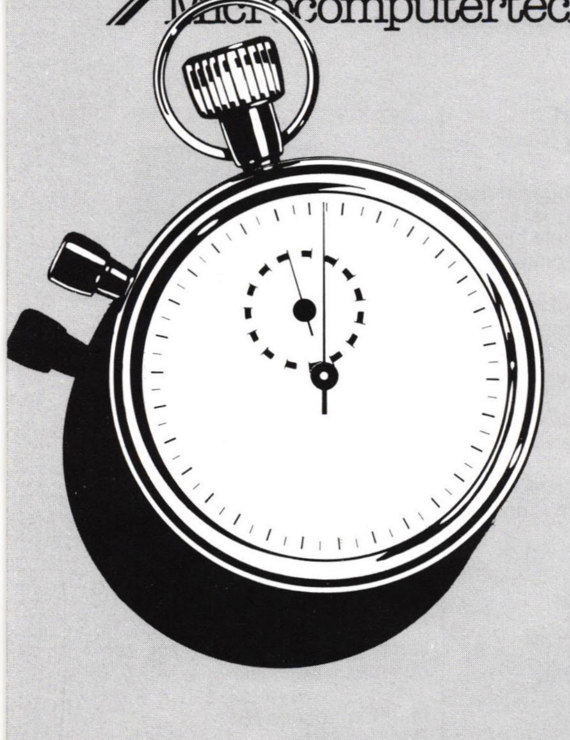
Dit is nu mogelijk geworden door een nieuwe optische methode, holografie, waarbij een laserstraal gekoppeld wordt aan een speciaal ontworpen computer.
De laserstraal tast het oppervlak van de conus af waardoor alle onregelmatigheden zichtbaar worden.

Het resultaat: zes nieuwe Ditton luidsprekersystemen.
De Ditton 100 is een kleine boekenwand luidspreker van 33 x 21 x 20 cm, die opmerkelijke prestaties levert. Geeft prachtige definitie van een accuraat stereobeeld. Prijs: *f* 350,– per stuk.

De Ditton 110 is een compacte boekenwand luidspreker van 42 x 24 x 21 cm. Geeft alleen muziek weer, voegt niets toe en laat weinig weg. Produceert een hoge geluidsdruk zonder problemen.
Prijs: *f* 395,– per stuk.

Inl.: Eagle international,
Ridderkerkstraat 15,
3076 JT Rotterdam,
(010) 198661





De microcomputer, bit voor bit (17)

We gaan op de kleintjes letten

**Nu we in staat zijn (of worden geacht) zelf programma's te schrijven, zullen we het één en ander eens gaan 'bijschaven'.
Zoals bekend wordt het programma in de vorm van enen en nullen in het geheugen van de computer opgeslagen. Hoe meer enen en nullen er zijn, des te meer geheugenruimte is er nodig. Dit is de reden dat men voor het vervelende feit kan komen te staan dat een programma, dat men graag door de computer zou willen laten uitvoeren, 'er niet in past', omdat de beschikbare geheugenruimte ontoereikend is. Hoe dan te handelen zien we hieronder.**

We zouden de mogelijkheid moeten hebben het programma in te korten, zonder de goede werking aan te tasten. Welnu, deze gedachte hadden de heren van 'Acorn' ook, toen ze de BASIC-interpreter van de Hob-bit computer schreven (de interpreter is het vertaalprogramma, dat de BASIC-statements omzet in de broodnodige enen en nullen). Men heeft deze interpreter nl. zó geschreven, dat de computer ook afkortingen van de BASIC-instructies herkent en uitvoert. Omdat de computer de instructies letter voor letter opslaat (bij PRINT wordt de P, de R enz. opgeslagen) is er, door instructies af te korten, nogal wat geheugenruimte te besparen; voor sommige programma's zelfs tot 30%. Onthoud echter één ding goed: *gebruik afkortingen alleen als het werkelijk nodig is: een afgekort programma is moeilijker te begrijpen en te lezen!*

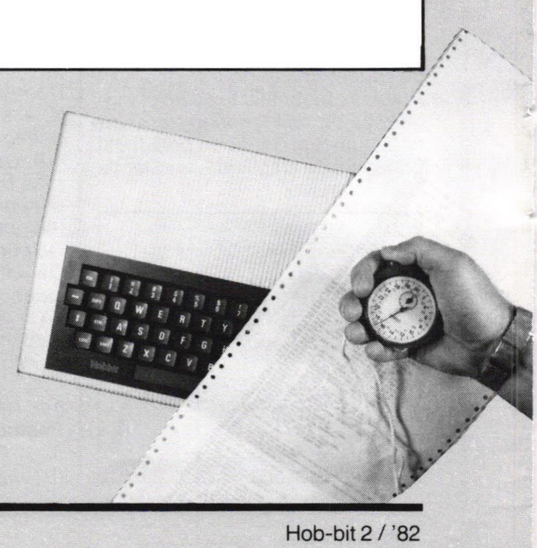
Statements en functies
De nevenstaande tabel toont de statements en de functies, gevolgd door (indien mogelijk) de afkorting. Merk op dat alle afkortingen eindigen met een punt. Door deze punt weet de computer dat het om een afkorting gaat.

Naam	afkorting	Naam	afkorting
ABS	A.	LOAD	LO.
AND	A.	MOVE	
BGET	B.	NEW	N.
BPUT	B.	NEXT	N.
CH		OLD	
CLEAR		OR	
COUNT	C.	PLOT	
DIM		PRINT	P.
DO		PTR	
DRAW		PUT	
END	E.	REM	
EXT	E.	RETURN	R.
FIN	F.	RND	R.
FOR	F.	RUN	
FOUT	FO.	SAVE	SA.
GET	G.	SGET	S.
GOSUB	GOS.	SHUT	SH.
GOTO	G.	SPUT	SP.
IF		STEP	S.
INPUT	IN.	THEN	T.
LEN	L.	TO	
LET	L.	TOP	T.
LINK	LI.	UNTIL	U.
LIST	L.	WAIT	

We zien dat sommige afkortingen gelijk zijn, kijk bijv. naar NEW en NEXT. In deze gevallen weet de computer tóch om welke opdracht het gaat. Heeft hij bijvoorbeeld een eerder FOR-statement nog niet afgesloten met een NEXT-statement, dan is het duidelijk dat met de eerstvolgende 'N'. NEXT wordt bedoeld, en niet NEW.

Andere afkortingen, tijdwinst
Programmatechnisch zijn er nog meer afkortingen te maken. Eén van de bekendste is waarschijnlijk de LET-statement. Bij gelijkstelling van variabelen wordt meestal de volgende statement ingevoerd:
LET C=D
Zoals bij veel computers gebruikelijk is, mag ook bij de Acorn het 'LET' worden weggelaten:
C=D
heeft hetzelfde resultaat. Het gaat hier niet zo zeer om besparing van geheugenruimte (in het laatste geval wordt dezelfde code opgeslagen als in het eerste geval) maar om tijdwinst: het decoderen van het woord LET kost tijd.

Wat ook tijd kost is het overbodig gebruik



van spaties: het decoderen van een spatie en het daaropvolgende besluit dat deze niet behoeft te worden opgeslagen kost ca. 13 microseconden. Bij lange programma's waar een snelle uitvoering nodig is kan de executiesnelheid van het programma aanmerkelijk worden verkort door deze onnodige spaties te verwijderen.

Het 'THEN-gedeelte' van een IF-THEN statement mag worden weggelaten. Voorbeeld:
IF A=B THEN P=10 mag worden:
IF A=B P=10
Als echter het gedeelte ná de IF-vraagstelling begint met 'T', '!' of '?', moet een punt-komma worden tussengevoegd:
IF A=B THEN T=10 mag worden:
IF A=B; T=10

De variabele die achter de NEXT-statement wordt genoemd mag worden weggelaten: er wordt verondersteld dat dit degene is die in de laatste FOR-statement voorkomt. Voorbeeld:
10 FOR A=10 TO 100
20 NEXT A
heeft hetzelfde effect als:
10 FOR A=10 TO 100
20 NEXT

In veel gevallen kunnen haakjes worden weggelaten:
DIM AA(10) mag worden:
DIM AA10
ABS(RND) mag worden:
ABSRND

Dit geldt ook voor komma's:
PRINT "TEMPERATUUR IS", A, "GRADEN"
mag worden afgekort tot:
PRINT "TEMPERATUUR IS" A "GRADEN"
In het bovenstaande geval geeft de afkorting totaal geen problemen, maar let wel op: in sommige gevallen krijgt door het weglaten van de komma de statement een geheel andere betekenis:
PRINT # P, &B mag niet worden verkort tot:
PRINT # P &B
In het eerste geval was het de bedoeling om de hexadecimale variabele P decimaal af te drukken en daarna de decimale variabele B hexadecimaal af te drukken. In het tweede geval wordt echter de hexadecimale uitkomst van twee variabelen P en B, die met elkaar een logische AND-operatie hebben ondergaan, decimaal afgedrukt.

Over multistatement regels hebben we het al eens gehad: i.p.v. op een nieuwe regel te beginnen worden op dezelfde regel, gescheiden door een punt-komma, meerdere statements geplaatst. Omdat voor iedere regel twee bytes nodig zijn voor het opslaan van het regelnummer, terwijl iedere regel eindigt met een 'stop' teken, besparen we voor iedere statement die we nog op de 'oude' regel kwijt kunnen twee bytes.
In sommige gevallen is het niet toegestaan meerdere statements op één regel te plaatsen: achter een IF-statement en achter een regel waaruit wordt weggesprongen door een GOTO of een GOSUB statement.

Enkele tips
In die gevallen waar snelheid belangrijk is (komt bij hobbyïsten niet zo vaak voor, meestal kijk je bij een spelletjesprogramma niet op een paar micro- of milliseconden) kunnen de bovenstaande afkortingen een flinke tijdwinst betekenen. Door de manier waarop men programmeert kan de executietijd óók worden teruggebracht. De onderstaande tips kunnen daarbij behulpzaam zijn:

- Een FOR-NEXT loop is sneller dan een IF-GOTO combinatie.
- Het springen (met GOTO of GOSUB) gaat sneller naar een 'label' dan naar een regelnummer. Voorbeeld:
  10 GOTO a
  400a...
  is sneller dan:
  10 GOTO 400
  400...
- Het gebruik van variabelen is te prefereren boven het gebruik van constanten, wanneer zo'n constante vaker in het programma voorkomt:
  A=50
  .
  PRINT A * Q
  PRINT A * B
  is sneller dan:
  PRINT 50 * Q
  PRINT 50 * B
- Indien een subroutine slechts één keer wordt gebruikt dan kunnen de instructies hiervan beter in het hoofdprogramma worden opgenomen, omdat het wegspringen- en weer terugkeren méér tijd kost.
- Zorg ervoor, dat bij het meermalen vermenigvuldigen (in een loop), het constante gedeelte van de vermenigvuldiging éénmaal buiten de loop wordt ingevoerd:
  FOR A=1 TO 5
  FOR B=10 TO 12
  PRINT B * (2+A)
  NEXT B
  NEXT A
  duur langer dan:
  FOR A=1 TO 5
  P=2+A
  FOR B= 10 TO 12
  PRINT B * P
  NEXT B
  NEXT A
- Als meerdere FOR-NEXT loops worden genest, terwijl de volgorde waarin dit gebeurt niet belangrijk is, zorg er dan voor dat de loop die het hoogste aantal malen wordt doorlopen zich in het midden bevindt. Voorbeeld:

  FOR J= 1 TO 2
  FOR K 1 TO 1000
  .
  .
  NEXT K
  NEXT J

  is sneller dan:

  FOR K=1 TO 1000
  FOR J=1 TO 2
  .
  .
  NEXT J
  NEXT K
- Zorg ervoor dat er in een loop zo min mogelijk berekeningen voorkomen: doe dit zo mogelijk buiten de loop.
- Daar waar het effect van de ?-operator en de !-operator gelijk is kan het beste de !-operator worden toegepast.
- Een IF-statement, met de condities gescheiden door AND-functies, duurt over het algemeen langer, dan wanneer we van de AND-functies IF-statements maken. Voorbeeld:

IF A=5 AND B=10 AND C=4 THEN...

IF A=5 IF B=10 IF C=4 THEN...

De verklaring hiervoor is eenvoudig: als één van de begincondities onwaar is (bijv. A is ongelijk aan 5) wordt in het eerste geval dóórgegaan met de andere condities, terwijl in het tweede geval uit de IF-statement wordt gesprongen; de conditie is onwaar.

Paul Smulders

Gebruikersgroep Hob-bit computer van de grond!

Voor de vele bezitters van de Acorn Atom computer hebben wij een vreugdevolle mededeling: er is nu een gebruikersgroep voor deze computer. Iedereen die leuke programma's voor de Acorn Atom heeft geschreven kan ze opsturen naar:

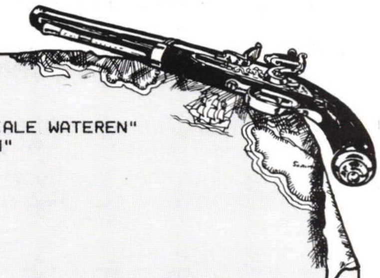
Coördinator/secretaris Acorn Atom gebruikersgroep,
Ing. G. H. Borghaerts,
Hatertseweg 3,
6581 KD Malden,
(080) 581356.

U kunt lid worden van deze groep en daardoor kennismaken en idieeën uitwisselen met andere Atom-gebruikers. Er is een goede samenwerking tussen de redactie van Hob-bit en de Atom-gebruikersgroep. Programma's en ideeën die voor meerdere mensen van belang zijn kunnen eventueel worden opgenomen in Hob-bit.

Zeeslag voor de TRS-80

Vader drukt een paar knopjes in en ziet dat hij alweer schulden heeft; moeder maakt het eten klaar vanuit de stoel en zoonlief speelt hartstochtelijk tegen de huiscomputer. Zo stelt men zich de toekomst van de microcomputer wel eens voor. Voorlopig komt echter alleen zoonlief aan zijn trekken, want spelletjes... daar is de computer wel heel sterk in! Het hier afgedrukte programma voegt nog een spelletje aan de reeks toe, zij het dat dit slechts een basis is; de echte programmeur kan er beslist nog alle kanten mee uit. Het programma is bestemd voor de TRS-80.

Fig. 1.



```
5 CLS:PRINT"                ZEESLAG":PRINT" "
10 PRINT"IN DIT SPEL IS DE COMPUTER UW VIJAND"
15 PRINT"HIJ VAART MET ZIJN SCHIP IN UW TERRITORIALE WATEREN"
20 PRINT"U MAG 3 KEER SCHIETEN OM HEM TE KELDEREN"
30 PRINT"DAARNA SCHIET DE VIJAND TERUG..."
40 CC=Ø
100 CC=CC+1
104 PRINT" "
105 INPUT"EEN GETAL TUSSEN 1 EN 1Ø";AA
110 BB=RND(1Ø):IFAA<BBTHEN2ØØ
120 IFAA=BBTHEN3ØØ
130 IFAA>1ØTHEN1ØØ
140 IFAA>BBTHEN4ØØ
200 GOSUB2ØØØ
202 IFBB=ØTHENBB=1
205 YY=24
210 BB=BB/7:FORXX=54TO127:SET(XX,YY):FORZZ=1TO5Ø:NEXTZZ:RESET(XX,YY):YY=YY+BB
215 IFYY>34THEN225
220 NEXTXX
225 IFCC=3THEN3ØØØ
230 PRINT@15Ø,"TE LAAG.VOLGENDE KEER HOGER..."
240 INPUT"DRUK ENTER VOOR EEN VOLGENDE POGING";UU$
250 GOTO1ØØ
300 GOSUB2ØØØ:YY=24:IFBB=ØTHENBB=1
310 BB=BB/1ØØ:FORXX=54TO127:SET(XX,YY):FORZZ=1TO5Ø:NEXTZZ:RESET(XX,YY):YY=YY+BB:
NEXTXX
320 PRINT@14Ø,"RAAK!!!!":FORXX=118TO127:FORYY=24TO32
330 RESET(XX,YY):NEXTYY:NEXTXX
340 INPUT"U BENT DE WINNAAR.PROFICIAT.DRUK ENTER VOOR MIJN REVANCHE";UU$
350 GOTO5
400 GOSUB2ØØØ:YY=24:IFBB=ØTHENBB=1
410 BB=BB/6Ø:FORXX=54TO127:SET(XX,YY):FORZZ=1TO5Ø:NEXTZZ:RESET(XX,YY):YY=YY-BB:N
EXTXX
415 IFCC=3THEN3ØØØ
420 PRINT@14Ø,"TE HOOG...VOLGENDE KEER IETS LAGER..."
430 INPUT"DRUK ENTER VOOR VOLGENDE POGING";UU$
440 GOTO1ØØ
2000 GOTO2Ø1Ø
2010 CLS:FORYY=12TO17:SET(5,YY):NEXTYY:FORXX=ØTO9:SET(XX,18):NEXTXX
2020 FORXX=1ØTO15:SET(XX,19):NEXTXX:SET(14,2Ø):SET(15,2Ø):SET(14,21):SET(15,21)
2030 FORXX=13TO14:FORYY=22TO24:SET(XX,YY):NEXTYY:NEXTXX
2040 FORXX=12TO13:FORYY=25TO26:SET(XX,YY):NEXTYY:NEXTXX
2050 FORXX=ØTO47:SET(XX,27):NEXTXX:FORXX=28TO53:SET(XX,24):NEXTXX
2060 FORXX=3ØTO37:SET(XX,25):NEXTXX:FORXX=28TO39:SET(XX,26):NEXTXX
2065 PRINT@642,"UW SCHIP"
2070 SET(41,32):SET(42,32):SET(42,31):SET(43,31):SET(43,3Ø):SET(44,3Ø)
2080 SET(44,29):SET(45,29):SET(45,28):SET(46,28):SET(47,26)
2090 FORXX=ØTO127:FORYY=33TO35:SET(XX,YY):NEXTYY:NEXTXX:SET(118,24):SET(118,25)
2100 FORXX=118TO127:SET(XX,26):NEXTXX:SET(118,27):SET(119,27):SET(119,28):SET(12
Ø,28):SET(12Ø,29):SET(121,29):SET(121,3Ø):SET(122,3Ø):SET(122,31):SET(123,31):SE
T(123,32):SET(124,32)
2130 FORXX=1TO1ØØ:NEXTXX:SET(27,24):RESET(53,24):SET(26,24):RESET(52,24)
2140 FORXX=1TO1ØØ:NEXTXX:RESET(26,24):SET(52,24):RESET(27,24):SET(53,24)
2150 RETURN
3000 FORZZ=1TO1ØØØ:NEXTZZ:YY=22
3005 FORXX=127TOØSTEP-1:SET(XX,YY):RESET(XX,YY):YY=YY+.Ø6:NEXTXX
3010 YY=21:FORXX=127TOØSTEP-1:SET(XX,YY):RESET(XX,YY):YY=YY+.Ø4:NEXTXX
3015 YY=22:FORXX=127TOØSTEP-1:SET(XX,YY):RESET(XX,YY):YY=YY+.Ø8:NEXTXX
3020 PRINT@768,"SORRY, JIJ VERLIEST.JE SCHIP IS ZINKENDE..."
3025 FORXX=ØTO53:FORYY=12TO32:RESET(XX,YY):NEXTYY:NEXTXX
3030 PRINT" ":INPUT"NOG EENS PROBEREN?DRUK DAN ENTER";UU$
3040 GOTO5
```

De subroutine in de regels 2000 t/m 2150 tekent de boeg van 2 schepen op het scherm. Het schip met zichtbaar kanon is uw schip. De computer is via het andere schip uw vijand die uw territoriale wateren binnendringt.

U mag nu drie pogingen ondernemen om een getal van 1 tot 10 te raden dat door de computer willekeurig werd bepaald. Bij gelijkheid zal uw kanonschot de vijand treffen. De regels 300 t/m 350 brengen dat visueel ten uitvoer. Bij een te klein getal zorgen de regels 200 t/m 250 voor een naar verhouding te laag schot. Een te groot getal ten slotte wordt in de regels 400 t/m 440 in een te hoog schot omgezet. Na drie missers gaat de computer naar regel 3000. Dat betekent dat de computer 3x snel na elkaar terug schiet. En eh... dat zijn 3 treffers.



De listing van fig. 1 is geschreven in level II BASIC. Wie level I wil hebben moet éénduidige variabele namen geven. Zo wordt AA in level I A, BB wordt B enz..... Het @-teken dient u te vervangen door AT. Let ook op eventuele verschillen bij de leestekens. Een geheugencapaciteit van 4 Kbyte volstaat ruimschoots voor dit programma. Er blijft zelfs nog heel wat ruimte om het spel een flink stuk uit te breiden. Dat laten we aan uw fantasie over.

Willy Elst

Drie dopjes en een erwt

Iedereen kent het spelletje wel waarbij drie dopjes worden gebruikt met slechts één erwt. De dopjes worden op de kop geplaatst en onder één van de dopjes komt de erwt. Vervolgens worden de dopjes door elkaar geschoven en mag men raden onder welk dopje de erwt zit. Er zijn slechts drie mogelijkheden...
Elektronisch is dit spelletje voor slechts weinig geld te verwezenlijken.

Figuur 1 geeft het blokschema van de schakeling die min of meer het equivalent is van het spelletje met de drie dopjes en een erwt. Het schuiven met dopjes is hier overbodig geworden door het toepassen van een generator. De snelheid waarmee de dopjes kunnen worden verschoven is nu gewoon regelbaar via de frequentie van de generator.
Het eigenlijke verschuiven van de erwt onder de dopjes gebeurt met drukknop Dr1. Via deze drukknop komt het uitgangssignaal van de generator op de ingang van een decadeteller. De decadeteller wordt hier niet als zodanig gebruikt, maar is ingesteld als drie-teller. Daarbij kent de drie-teller geen nulstand maar telt steeds 1-2-3-1-2...
De uitgang van de tot drieteller omgebouwde decadeteller wordt gevormd door drie extra drukknoppen. Deze zorgen voor het omkeren van de dopjes, om te kijken of de erwt er onder zit. In dit geval is het geen echte erwt, maar een elektrische spanning op één van de uitgangen van de drieteller. Als de drukknop wordt ingedrukt bij de uitgang waar spanning op aanwezig is, zal deze spanning via de betreffende drukknop naar de buffertrap gaan en vervolgens de zoemer laten klinken. Dit laatste houdt in dat de juiste drukknop is bediend.

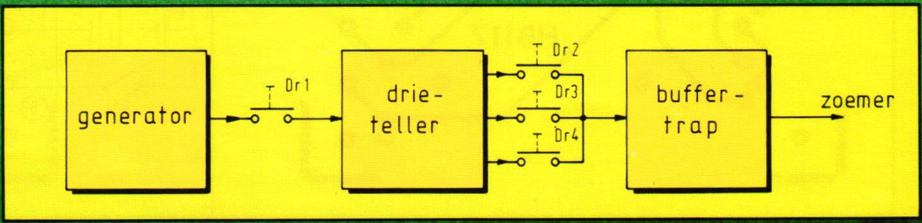


Het leuke van dit elektronische spelletje is dat de generatorsnelheid kan worden ingesteld op een betrekkelijk lage frequentie. Daarbij is bekend dat de drie uitgangen van de teller elkaar steeds in dezelfde volgorde opvolgen zodat het spelletje een instelbare moeilijkheidsgraad heeft. Immers, bij een lage generatorfrequentie kan worden getracht om de drukknoppen te volgen en zo steeds de goede drukknop te raden waaronder de zoemertoon (erwt) zit.

De teller
Om de schakeling eenvoudig te houden is voor de teller een IC gebruikt uit de CMOS serie. Het gaat hier om type 4017, waarvan fig. 2 het aansluitschema geeft. De decadeteller heeft 10 uitgangen, die elkaar bij elke ingangspuls opvolgen. Daarbij is steeds maar één uitgang positief. Een nul op alle uitgangen tegelijkertijd kent de teller niet. Om de teller tot 3 te laten tellen wordt gebruik gemaakt van de resetingang. Deze zet, bij positieve sturing, de teller weer in de beginstand. De teller telt tot 3 als de vierde uitgang wordt verbonden met de reset. Als de vierde uitgang positief wil worden treedt direct de reset in werking en dat resulteert in een spanningsniveau op de eerste uitgang. De clockingang wordt gebruikt voor het aansturen van de teller. De zogenaamde clock-blokkering wordt hier niet toegepast. Hetzelfde geldt voor decade-uitgangspunt 12.

Complete schema
Figuur 3 geeft het schakelschema van het elektronische spel. Er wordt gebruik ge-

Fig. 1. Het spelletje maakt gebruik van een generator en een teller die tot drie telt. Hiervoor wordt een decadeteller gebruikt, die anders is geschakeld voor het speciale doel.



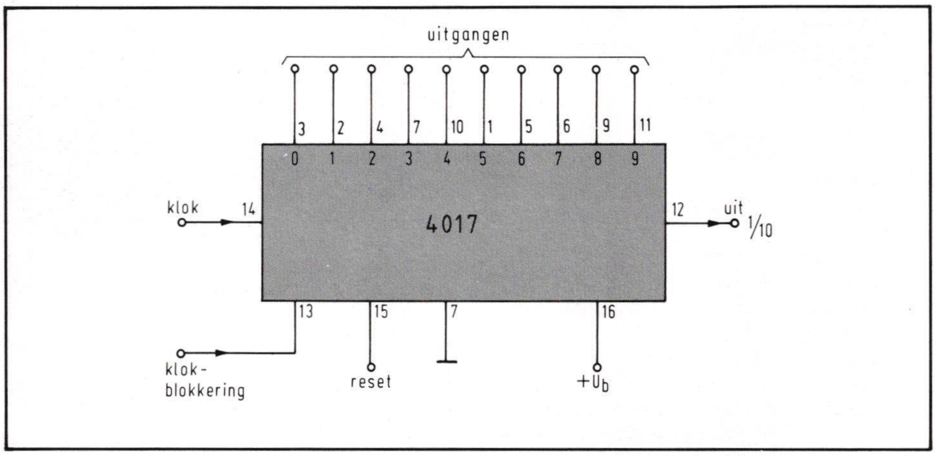


Fig. 2. De drieteller bestaat uit een 4017 CMOS IC. Om tot drie te tellen wordt de vierde uitgang met de resetingang verbonden.

maakt van 2 IC's. IC1 is de generator. Met potmeter P1 kan de frequentie worden ingesteld. Met de gegeven waarden is dat hier tussen ca. 10 Hz en 100 Hz. Voor berekeningen dient er rekening mee te worden gehouden dat de frequentiecyclus van de drieteller een factor 3 lager ligt en dus tussen ca. 3,3 Hz en 33 Hz. Eventueel kan het frequentieregelbereik van de generator worden gewijzigd. Als C1 groter wordt gekozen wordt de frequentie lager. Het regelbereik kan groter worden door voor P1 een grotere potmeterwaarde te nemen. Het beste kan voor P1 een gewone draaipotmeter (lineair) worden genomen. Poort N1 en N2 vormen de eigenlijke blokgolfgenerator. N3 is een buffer die de golfflanken verbetert en poort N4 wordt gebruikt als 'slot'. Als drukknop Dr1 niet wordt bediend zal poort N4 de blokgolf niet doorlaten. Wordt Dr1 ingedrukt dan

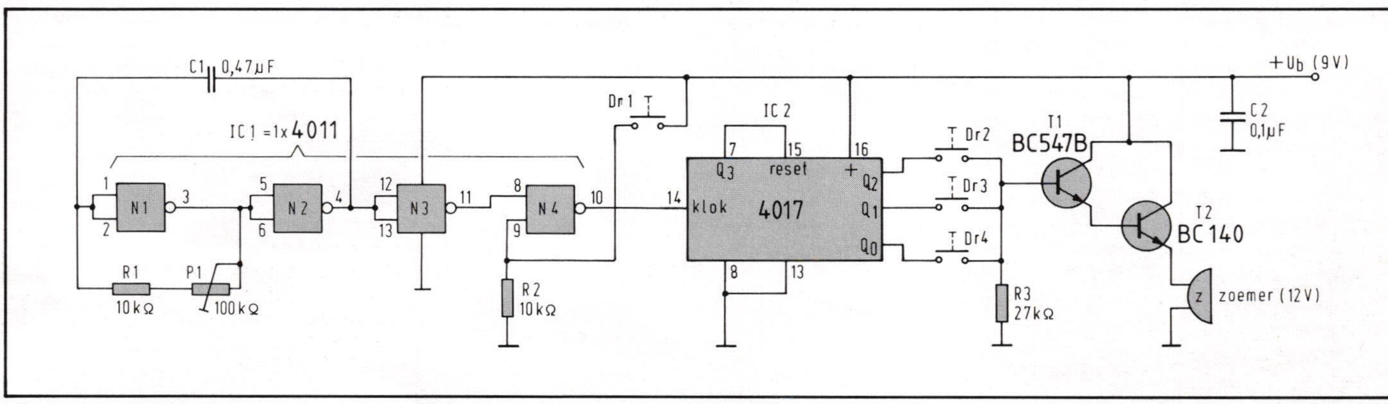


Fig. 3. Het schakelschema van het hele spelletje. IC1 stelt de generator voor en IC2 de drieteller. T1 en T2 vormen samen een buffertrap voor de zoemer.

Fig. 4. De lay-out voor de print, waarop de schakeling volgens fig. 3 kan worden aangebracht.

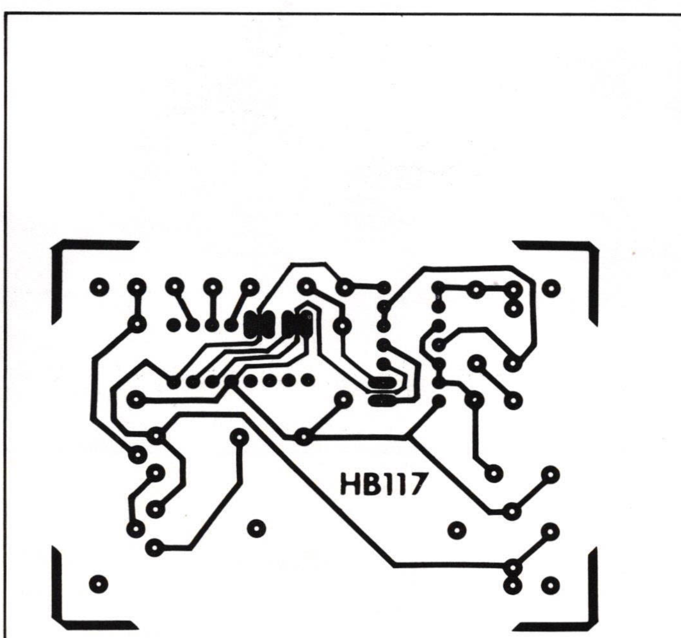
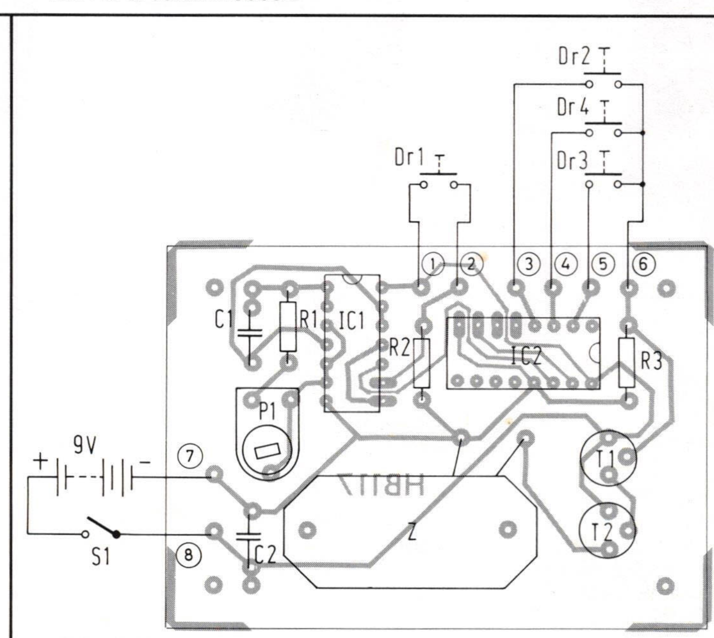
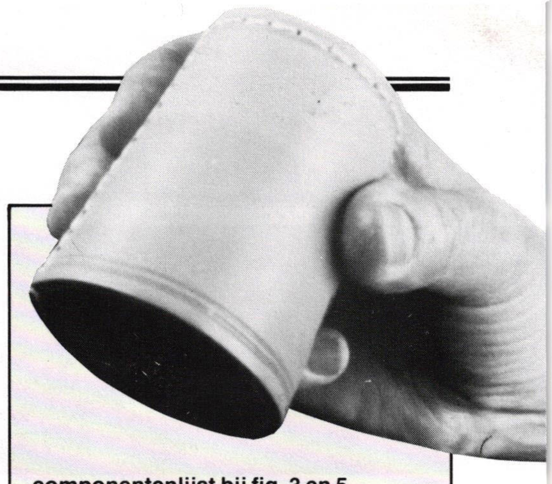


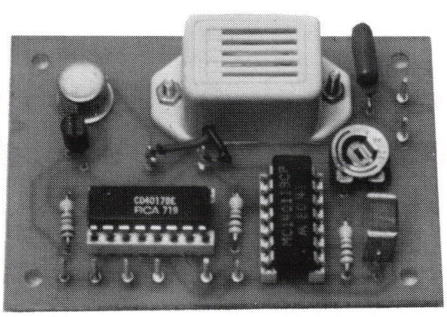
Fig. 5. De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 3 op de lay-out van fig. 4. De beide condensatoren mogen een steek van 7½ of 10 mm hebben.





komt punt 9 van N4 op een positief niveau te liggen en zal N4 de blokgolf doorlaten naar punt 14 van IC2.

IC2 is hier de decadeteller die is geschakeld als drieteller. Hiertoe zijn punt 7 en 15 onderling verbonden. De drie (dopjes) uitgangen van IC2 worden gevormd door de punten 3, 2 en 4, die elkaar ook in de gegeven volgorde opvolgen. Dr2 t/m Dr4 stellen de drukknoppen voor die het omkeren van de dopjes nabootsen. Als Dr1 even wordt ingedrukt en daarna losgelaten zal één van de drie uitgangen van IC2 spanning voeren. Het gaat erom direct te raden achter welke drukknop de spanning zit. Wordt de juiste drukknop bediend dan zal de zoemer gaan.
Z is de zoemer, die in dit geval geschikt is voor 12 V. Zo'n zoemer werkt op 9 volt batterijspanning ook nog wel. De schakeling trekt in rust nauwelijks stroom. Eventueel kan de zoemer worden vervangen door een 12 V lampje of een LED. Als een LED wordt toegepast moet een serieweerstand worden opgenomen. Een weerstand van 1 kΩ is een goede waarde.



Print
Figuur 4 geeft de lay-out voor de print waarop de schakeling volgens fig. 3 kan worden aangebracht. De schaal is hier 1:1 en het aanzicht van de soldeerzijde. De componentenopstelling van de schakeling geeft fig. 5. Ter verduidelijking van de bouw van de schakeling is hiernaast de complete print te zien. Uiteraard worden de drukknoppen extern geplaatst. De zoemer kan echter wel op de print. Het is raadzaam om beide IC's op een voetje te plaatsen.

Extern heeft het printje acht aansluitpunten. De voedingspanning komt aan de punten 7 en 8. Het gemakkelijkst is hiervoor een 9 V batterij te gebruiken. Plaats in dat geval wel een voedingschakelaar S1. De drukknop die de 'erwt' verplaatst komt tussen de externe aansluitpunten 1 en 2 terwijl de overige drukknoppen aan de punten 3 t/m 6 worden aangesloten. Het spel kan het gemakkelijkst zo worden opgebouwd dat de drukknoppen Dr2 t/m Dr4 in de juiste volgorde zijn gegroepeerd. Voor de drukknoppen kan in principe elk type worden genomen.
In de handel zijn diverse soorten inbouwkastjes te verkrijgen, zodat het printje netjes kan worden ingebouwd.

componentenlijst bij fig. 3 en 5.

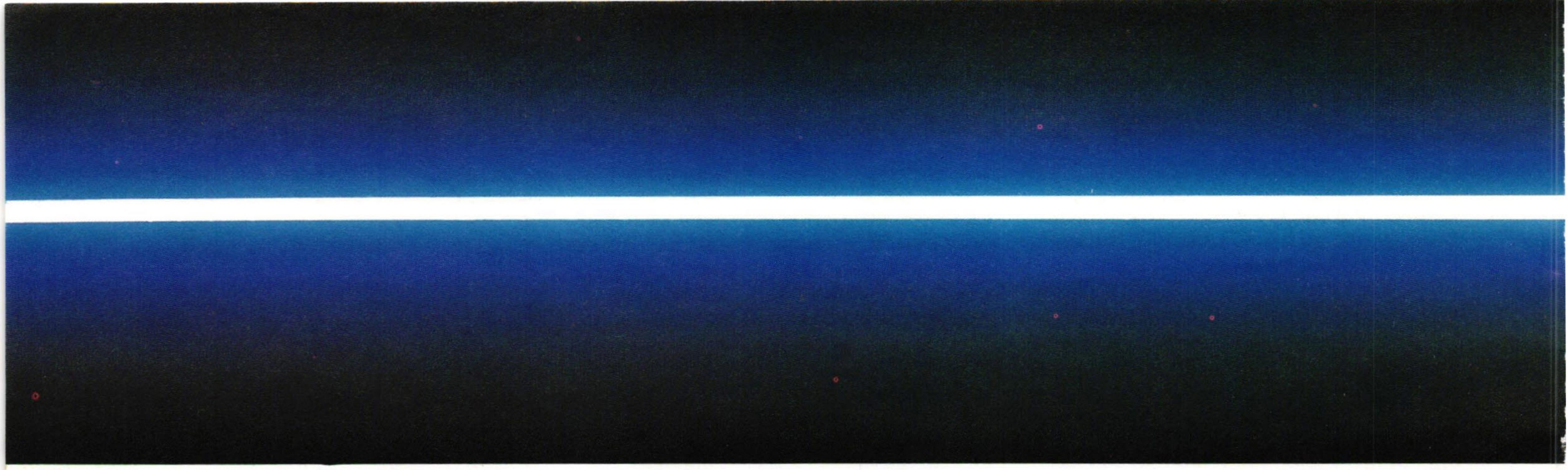
weerstanden:
R1, R2 = 10 kΩ
R3 = 27 kΩ
P1 = 100 kΩ, instelpotmeter of draaipotmeter (zie tekst)

condensatoren:
C1 = 0,47 μF, zie tekst
C2 = 0,1 μF

halfgeleiders:
IC1 = 4011
IC2 = 4017
T1 = BC547 of equivalent
T2 = BC140 of equivalent

overige componenten:
Dr1, Dr2, Dr3, Dr4 = drukknop, enkelpolig maakcontact
Z = zoemer, 12 V gelijkspanning (zie tekst)
1 printje HB 117
1 IC voetje, 14 pens 'dual in line'
1 IC voetje, 16 pens 'dual in line'
8 printpennen, 1 mm rond
2 moertjes M2
2 boutjes M2x10 mm

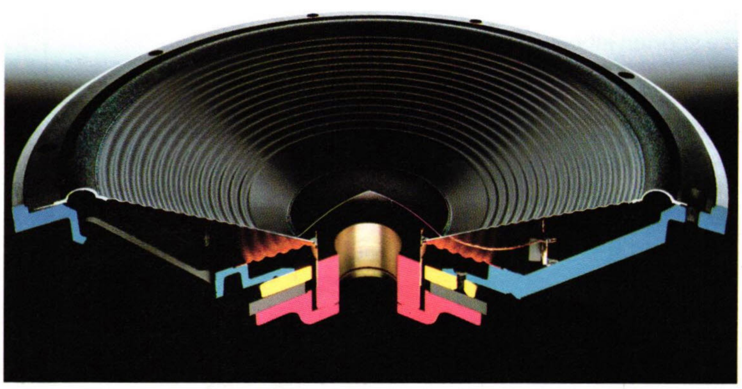




MAAR WEINIG LUIDSPREKERS K

De ontwikkelingen op geluidtechnisch gebied gaan sneller dan het licht. Puls Code Modulatie (PCM) heet de nieuwste verworvenheid. Ofwel de mogelijkheid om muziek digitaal te registreren.

Een techniek die nu via sommige platen tot u komt. Maar die pas in volle hevigheid om zich heen zal grijpen als binnen afzienbare tijd de Laser Disc op de markt verschijnt.



De hoorbare voordelen: veel meer dynamiek en dramatisch minder vervorming.

De vraag is alleen of uw luidsprekers dat allemaal wel zo goed verdragen. Daar kunnen we bijzonder kort over zijn: nee.

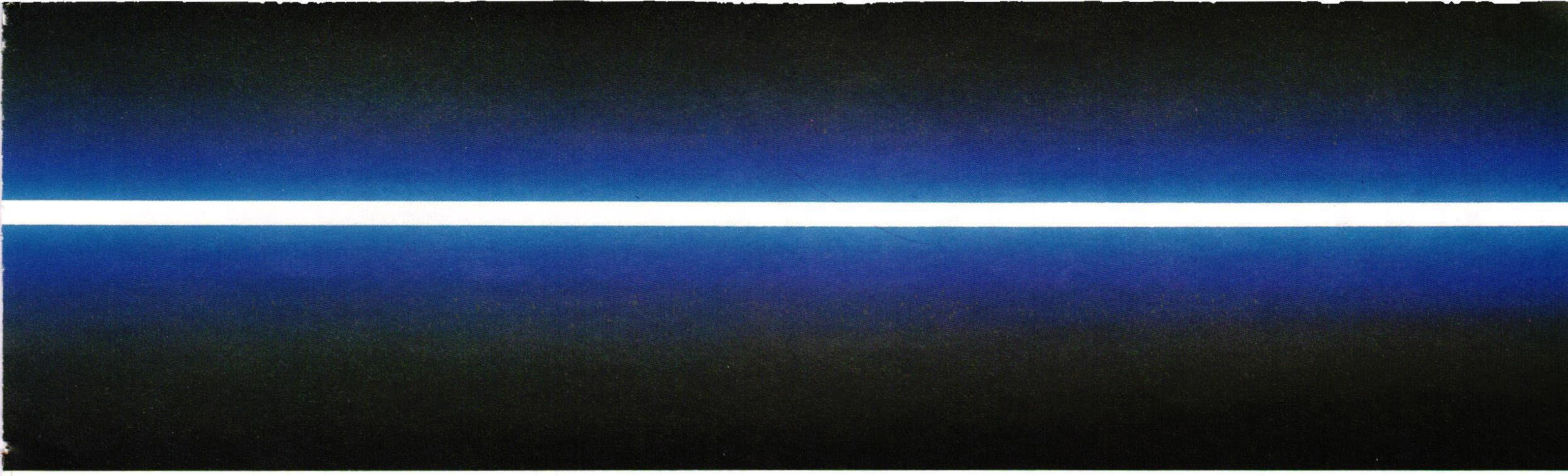
Gebruikelijke luidsprekers schieten domweg kwaliteit en capaciteit te kort om de geluidspieken en frekwentielineariteit van een PCM-opname in alle diepte en rijkdom tot leven te brengen.

Is al dit goeds dan niets meer dan het stokpaardje van een handjevol technici, laboranten en geluidsingenieurs? Zeer zeker niet.

Want het Pioneer Research Instituut is er als eerste en enige in geslaagd een conusmateriaal te ontwikkelen, dat de verworvenheden van PCM-opnamen in alle opzichten recht doet.

Polymer Grafiet is de naam. Bijna zo hard als diamant en kostbaarder dan goud. Maar niettemin wel degelijk betaalbaar.

Een uniek materiaal dat twee tegenstrijdige voorwaarden in



UNNEN DIT LICHT VERDRAGEN.

zich verenigt: het lichte gewicht van papier en de stijfheid van aluminium.

De uitkomst van deze ogenschijnlijk onmogelijke optelsom is even revolutionair als oorstrelend.

Om te beginnen een uitzonderlijk lage vervorming van 0,03% bij 90 dB, iets dat z'n verklaring vindt in de snelheid van de conus en de gecorrigeerde resonantie van de hoge tonen.

Ten tweede een gelijkmatige weergave van het gehele toonbereik. En niet in de laatste plaats een vlekkeloze verwerking van zeer forse geluidspieken. Een eigenschap die u beslist niet mag onderschatten.

Zo behoort, dankzij de weerstand tegen vervorming en materiaalmoeheid 'n geluidsdruk van 115 dB met een vervorming van slechts 0,3% bepaald niet tot de onmogelijkheden.

Dit alles maakt de Pioneer HPM-luidsprekers als eerste en als enige klaar voor het Digitale Tijdperk.

En wees eerlijk, had u iets anders verwacht van een naam als Pioneer? PIONEER

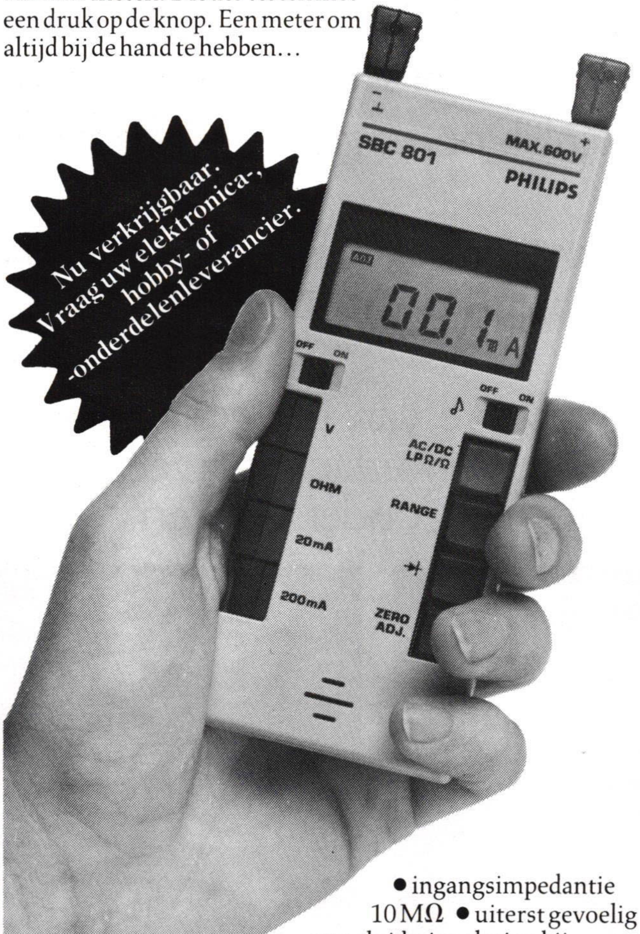


PIONEER.'T KLINKT ARROGANT, MAAR 'T KLINKT GEWOON BETER.

VOOR MEER INFORMATIE: PIONEER ELECTRONICS (HOLLAND) B.V. HOGEWEYSELAAN 25, 1382 JK WEESP. TEL. 02940-15015.

SLANK, JONG, INTELLIGENT de nieuwe digitale pocket-multimeter SBC 801 van Philips

Voel zelf maar eens hoe gemakkelijk die multimeter in de hand ligt. Kijk maar eens hoe dat werkt! Handige druktoetsen, duidelijke LCD-aanwijzing, automatische bereikomschakeling. Een professionele meter in zakformaat. Een instrument waar u alles mee kunt doen: spanningen, stromen en weerstanden meten. Diodes testen met een druk op de knop. Een meter om altijd bij de hand te hebben...



- ingangsimpedantie 10 MΩ
- uiterst gevoelig
- geluidssignalering bij doormeten
- laag stroomverbruik
- afmetingen 150 x 60 x 12,5 mm
- in passend etui

Philips Nederland B.V., TSCA Afd. Onderdelen,
Postbus 90050, 5600 PB Eindhoven

PHILIPS

PHILIPS

Handykit bouwsets... betrouwbaar en prijsbewust.

HKG 250 laagfrequent funktiegenerator Sinus-blok tot 200 KHz.
HKV 230 laagspanningsvoeding 0-30 volt 2 A.
HKG 130 hobbyscoop 7 cm. beeldscherm tot 2 MHz. met identieke X en Y versterker.



*** 198,-**

*** 259,-**

*** 398,-**

Zelf meetapparatuur bouwen geeft U veel voordeel. **Handykit** apparaturen zijn absoluut "nabouwzeker" en voldoen aan de specificaties. Ze worden geleverd met een duidelijke nederlandse bouwbeschrijving, kompleet met tekeningen. De meet-instrumenten zijn voorzien van een fraaie kast, zodat U meteen een mooi afgewerkt eindresultaat in handen heeft. Voor het bouwen heeft U, behalve een kniptang, schroevendraaier en kleine soldeerbout, geen speciaal gereedschap nodig. Ook in de afregeling van de apparatuur is voorzien. Zelfgebouwde apparatuur geeft een beter inzicht in de werking daarvan en schenkt daardoor meer voldoening.

Met **Handykit** zit U goed, en niet duur.
Bel voor meer informatie en dealeradressen:

handykit®

Vogel's Import B.V., Hondsruglaan 93c,
5628 DB Eindhoven, telefoon 040-415547.

Hobjes is een vraag- en aanbod-rubriek waarin abonnees gratis een advertentie kunnen plaatsen. Opgegeven advertenties mogen geen handelskarakter hebben. De redactie behoudt zich het recht voor om advertenties in te korten of te weigeren.
De tekst kunt u opsturen naar: redactie Hobbit, postbus 23, 7400 GA Deventer.

Aangeboden:

Aangeboden diverse buizen voor radio en TV, eventueel te ruilen tegen een wereldontvanger.
A. Goedhart, Roemer Visscherstraat 15, 3601 SG Maarssen, (03465) 61802.

ELO nr. 12 1979, nr. 1...6 1980, eerste en tweede jaargang Hob-bit.
Bastiaan Mooijman, Jeruzalem 6, 6881 JJ Velp.

Elektrische piano, Höhner Pianet T. Prijs n.o.t.k.
Sander Postma, Schalkhaar, (5700) 25991.

Nieuwe Amroh bouwdoos Fidelio 10 watt balansversterker om af te bouwen. Kopen of ruilen tegen oude lampen.
(08380) 35078.

Hobbyscoop nrs. 5...31 ingenaaid; Populaire elektronica nrs. 1...24 los; Elektronica Hobby nrs. 1...19 los; ELO 1977, 1978, 1979 ingebonden; ELO 1980 nrs. 1...6, Hob-bit 1...5 ingenaaid; Transistoren deel 3, 4, 5 (J. H. Jansen), enkele halfgeleidergidsen e.a.. Eén koop: *f* 150,–.
Groeneveld, Luykendreef 38, Leiderdorp, (071) 891124.

Hameg 312-8 oscilloscoop, 2 kan., 0...20 MHz. Vraagprijs *f* 850,–.
J. de Hoog, Kastanjesingel 11, Rotterdam, (010) 182845.

Complete jaargang Hob-bit 1980 (1...5) of te ruil tegen nrs. van Populaire elektronica of Elektronica hobby van vergelijkbare waarde.
Jac. Smeets, Wilhelminastraat 11, 6067 EW Linne, (04746) 4171.

Junior computer + boeken deel 1 en 2 + voeding en landkaartmeter. Alles in goede staat. Prijs: *f* 325,–.
(01720) 73427.

18 meter gegalvaniseerde constructiemast in 6 delen: *f* 500,–.
C. Boksem, Zwanenweg 9, Daarlerveen.

Prima werkende voeding, 3 A, regelbaar van 6...50 V (ELO 7/8) incl. nieuwe Ormatron OT 130 np. *f* 75,–. Samen *f* 110,–.
P. Kruft, Bosweg 17, 3781 NG Voorthuizen.

ELO jaargangen 1978 en 1979: *f* 50,–. 19 schuifschakelaars, groot, 2x om: *f* 8,–. Junior computer excl. trafo, incl. voeding en de boeken 1 en 2, goed werkend: *f* 220,–.
F. Baumann, (010) 194870.

HF-ontvanger BC 603, ontvangstbereik van 20...28 MHz, FM + AM, voor verzamelaar: bandrecorder Grundig TK 20.
(02207) 12313.

Multitech MS-211 (27 MHz) + coaxkabel + Citystarantenne + SWR-meter + mobiele antenne: prijs: *f* 200,– (géén voeding).
W. Klomp, Smaragdstraat 5, 6534 WL Nijmegen.

DAI-bezitters opgelet: uitstekende software op cassettes tegen redelijke vergoeding, alles nederlandstalig. Gratis informatie.
T. Wolf, Oberfeldweg 11, 8400 Regensburg.

Acorn Atom (Hob-bit) computer, 12 K + 12 K + F.P ROM + Word processing ROM + printterinterface + boeken en programma's: *f* 1400,–.
A. M. Bacon, Hammarskjordlaan 443, 2286 HL Rijswijk, (070) 938698 (na 18.30 uur).

I.z.g.st. verkerende Murphy B40 comm. ontv. + handboek. 5 banden van 0,64 Mc...30,5 Mc; modes AM, CW, RTTY, SSB. Bandbreedte 1-3-8-kHz: *f* 450,–.
A. de Jonge, Lübeckerbocht 5, 9642 CN Veendam, (05987) 13306.

Complete jaargang Hob-bit tegen de halve prijs, ook te ruil tegen databoeken of andere technische maandbladen van vergelijkbare waarde.
J. Smeets, Wilhelminastraat 11, 6067 EW Linne.

Onderdelen voor elektronisch orgel: 2 klavieren 5 octaven + 13 tonig voetpedaal met kast, reeds gedeeltelijk gemonteerd. Prijs: *f* 1100,–.
W. Klaassen van Oorschot, Coudenhoveflat 9, 1422 VG Uithoorn, (02975) 63984.

Disco-installatie met decor, compleet met stereo mixer, 2 Dual platenspelers, cassetterecorder, booster 70 watt, 4 luidsprekerboxen, gemonteerd in 2 houten tableau's met bergruimte voor platen, met beweegbare poppen en minilampjes, lichtbakken, spiegelbol, zeepbellenmachine, enz. Vraagprijs: *f* 3250,–.
A. Koolschijn, Azaleastraat 11, 2565 CC Den Haag, (070) 630481.

Z.g.a.n. 2 x 40 watt versterker (Philips) bestaande uit de bouwpakketten NL 6920, 6923, 6924 + kast ML 460 H/40. Vraagprijs: *f* 350,–.
M. J. Spithost, weth. Huismanlaan 51, 9902 LP Appingedam, (05960) 24973 (na 18.00 uur).

Gevraagd:

Wie heeft er voor mij een schema voor een scheidingsfilter (3-wegsysteem).
Henk Verheul, Akker 5, 3411 ZG Lopik.

Wie kan mij helpen aan bouwschema's van lineaire versterkers voor FM-zenders en bouwschema's van middengolfzenders?
M. Horemans, Ring 54, 2420 Herentals (België).

Schema van een eenvoudige stereo-FM-zender, uitgangsvermogen 500 mW...5 W, frequentie 87...110 MHz. Eventuele kosten worden vergoed.
Peter Weltens, Wethouder Vrankenstraat 2b, Maastricht (043) 612211.

Gezocht: gebruikers van de juniorcomputer voor uitwisseling van software- en hardware-ideeën.
P. Smout, Volhardingstraat 6, 2020 Antwerpen (B).

Schema van een universeelmeter, Tester Electronic, merk Miselco (eventueel met componentenbestukking print lay-out), radio/televisie buizen: PL 84, PCC 85, PCC 88, PCC 189, ECC 85, ECC 88, EL 84.

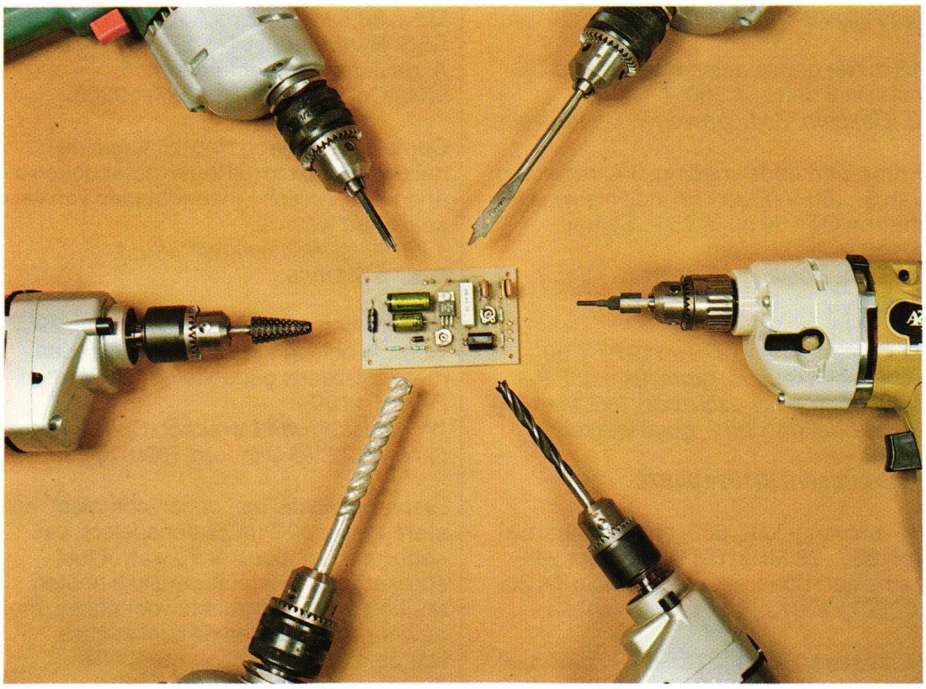
Schema Notch filter met regelbare notch frequentie en Q factor (bandbreedte), schema VLF converter.
Jac. Smeets, Wilhelminastraat 11, 6067 EW Linne, (04746) 4171.

RTTY convertor voor zowel amateur als communicatie stations, telex ontvanger met USB en LSB. P.n.o.t.k. Alleen schriftelijk reacties s.v.p.
Alb. v. Bemmelen, Tromplaan 110, 6004 ER Weert.

Wie heeft er voor mij het ELO-printje 85 uit de ELO van December 1978?
Gert van Wijk, Fazant 2, 3941 NN Doorn, (03430) 2569.

Gevraagd het principe, de werking, eigenschappen, gebruik en soorten van cellen, accumulatoren, zonnecellen en windenergie.
Patrick de Neef, Lange Breestraat 59, 9370 Lebbeke België.

Stabiele boormachineregeling



Traploze toerentalregeling bij boormachines is een bijna onmisbare hulp geworden. De elektrische boormachine is voor de doe-het-zelver een erg belangrijk stuk gereedschap, dat voor talloze toepassingen wordt gebruikt.
De verscheidenheid aan toepassingen maakt het noodzakelijk om verschillende toerentallen te kunnen gebruiken. De meest luxe methode daarvan is de zogenaamde traploze regeling. Helaas heeft deze meestal het nadeel sterk belastingafhankelijk te zijn. De hier gegeven elektronische regeling doet het beter. Onafhankelijk van de belasting van de boormachine is het hiermee toch mogelijk het toerental redelijk constant te houden. Naast toepassing bij boormachines kan de schakeling uiteraard ook bij dimmers en ventilatoren worden gebruikt. In dat geval kan een gedeelte van de schakeling worden weggelaten.

Figuur 1 geeft een principeschema van een, traploze, elektronische toerentalregeling, die door de loop der jaren al in heel wat tijdschriften en boeken is gepubliceerd. De welhaast klassieke schakeling maakt gebruik van een triac T1. Deze bezit de eigenschap om wisselspanning zeer snel te kunnen in/uitschakelen. Hierdoor is het mogelijk om de fase van de lichtnetspanning aan te snijden en er zo voor te zorgen dat er minder of meer stroom en spanning op de belasting terecht komt.
In dit geval is de belasting een motor. Motoren reageren inductief en vereisen een andere aanpak dan bijv. lampen, die een redelijk 'ohms' karakter hebben.
Naast triac T1 wordt in fig. 1 ook een zogenaamde diac D1 toegepast. Dit is een soort bipolaire diode die naar beide kanten toe hetzelfde reageert. De diode spert tot een bepaald spanningsniveau en slaat dan direct door. Na het verdwijnen van de aangelegde spanning zal de diode zichzelf herstellen en kan opnieuw spanning worden toegevoerd. Een dergelijke diode is hier onmisbaar om een nauwkeurig aansnijmoment te krijgen in elke fase van de wisselspanning. Het toerental regelen van motor M gebeurt eenvoudig door P1 te verdraaien. Daardoor treedt een faseverschuiving op in netwerk P1/C2 zodat de spanning op de gate (g) en anode (a) van de triac onderling sterk in fase zijn te verschuiven. Mede door aanwezigheid van D1 kan er nu voor worden gezorgd dat de triac steeds op een ander punt ergens in een fase van de lichtnetspanning kan doorslaan.
Tot zover de algemene uitleg. Voor een nauwkeurige beschrijving van de preciese werking van de regeling is veel literatuur in de handel te krijgen.

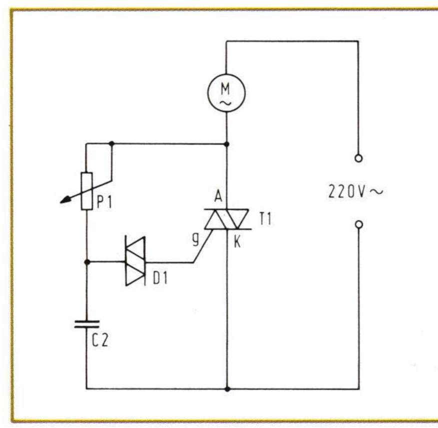


Fig. 1. Een klassieke schakeling van een toerentalregeling rondom een triac en diac.

De schakeling van fig. 1 heeft enkele nadelen. Eén ervan is dat de regeling van het toerental sterk belastingafhankelijk is. Wordt de 'boorweerstand' groter, dan neemt het toerental af. Om nu een regeling te krijgen die dat in veel mindere mate doet zal een afgeleide moeten worden gevonden van de belasting van de boormachine. Zo'n afgeleide is in dat geval de stroom. De boormachinestroom neemt nl. sterk toe als de belasting toeneemt. Bij een bepaald toerental zal een bepaalde stroom lopen. Wordt nu de belasting vergroot dan zal de stroom toenemen en het toerental neemt af. De toenemende stroom kan echter mooi worden gebruikt om het toerental weer op te schroeven.

Toerental terugkoppeling

Figuur 2 geeft aan hoe de stroom van de boormachine kan worden benut voor het bijsturen van het dalende toerental. Weerstand R4 is hier in de kathodeleiding van triac T1 geplaatst met daarachter diode D2, weerstand R5 en condensator C5. Normaal staat op C5 een geringe gelijk-

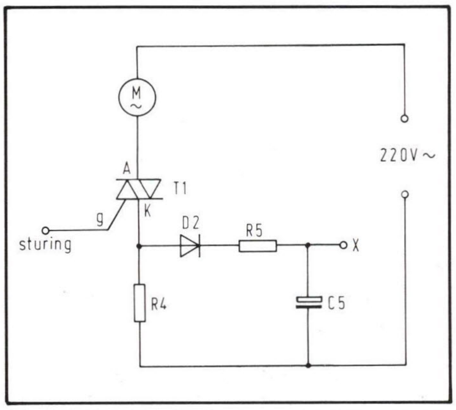


Fig. 2. De boormachinestroom is te gebruiken als maat voor de belasting. De stroom kan eenvoudig worden omgezet in spanning m.b.v. R4.

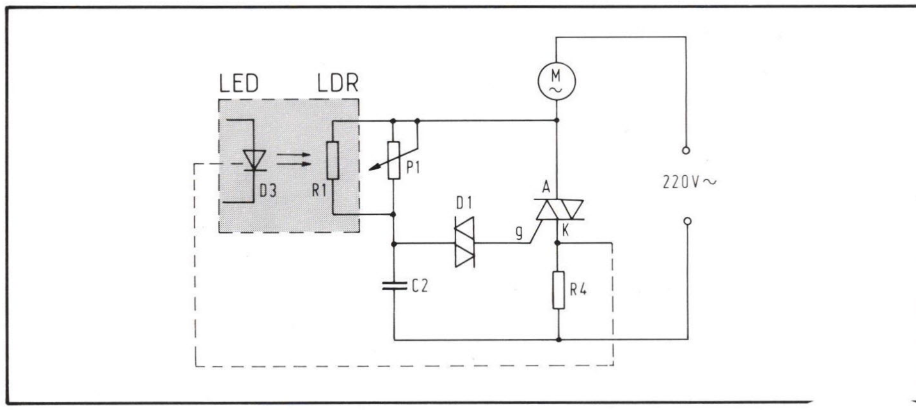


Fig. 3. Een goede terugkoppeling wordt verkregen door de afgeleide gelijkspanning van R4 te koppelen met een LED. De LED stuurt op zijn beurt een LDR.

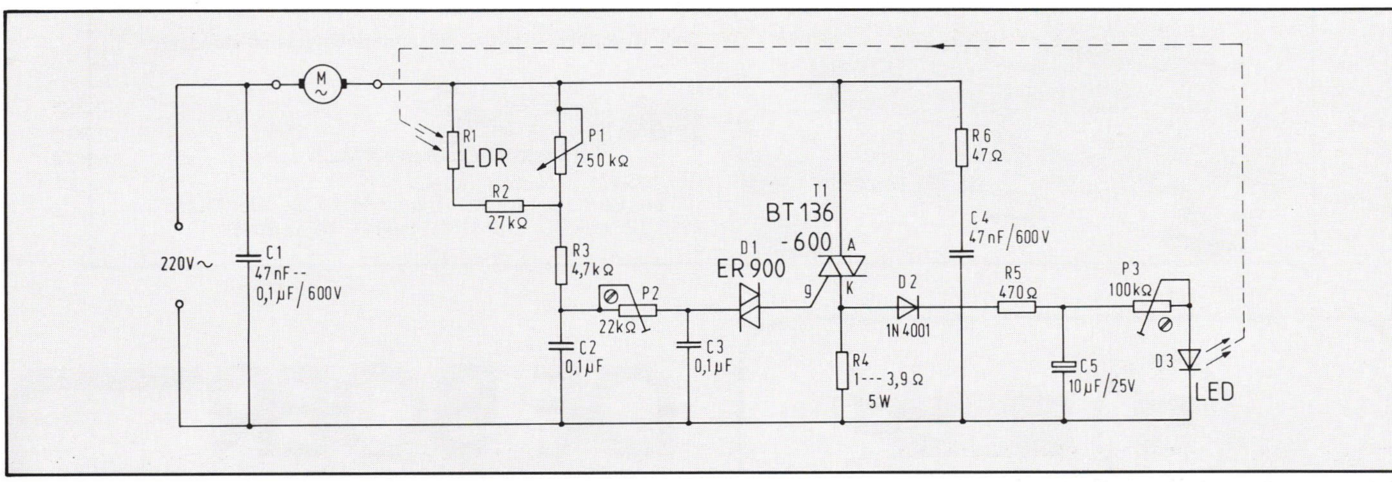


Fig. 4. De complete boormachineregeling, die ook voor andere toepassingen kan worden gebruikt. In dat geval blijft de terugkoppeling achterwege en kan R4 door een galvanische verbinding worden vervangen.

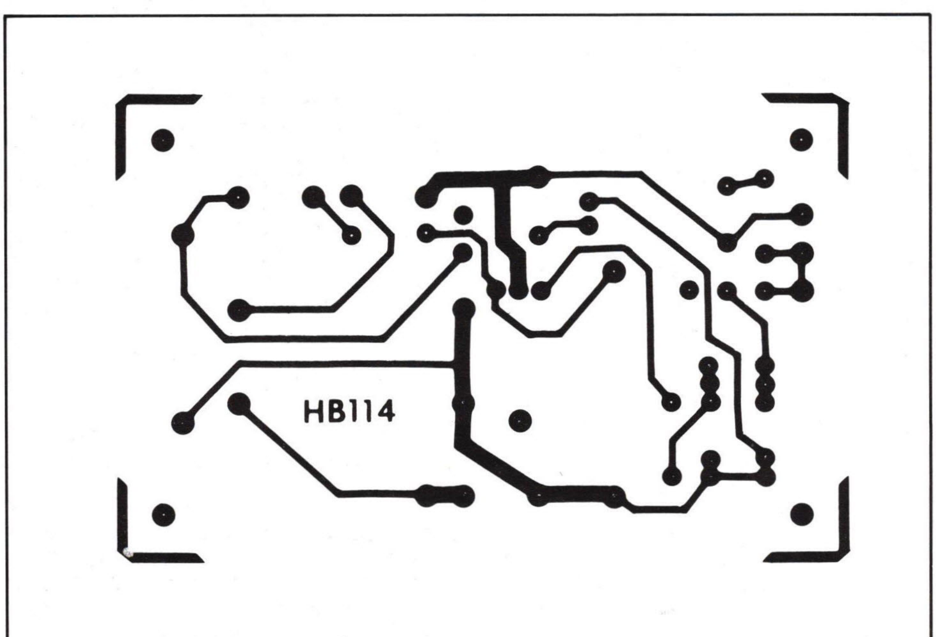


Fig. 5. De lay-out voor de print, waarop de schakeling van fig. 4 komt.

spanning, veroorzaakt door de stroom door R4. Bij belastingtoename zal de stroom door R4 sterk stijgen. Hierdoor komt over R4 een grotere wisselspanning te staan die, via D2, wordt gelijkgericht en via R5 condensator C5 laadt. De gelijkspanning over C5 is praktisch evenredig met de belasting van de boormachine. Wat we nodig hebben is een koppeling van deze gelijkspanning met de eigenlijke toerentalregeling. Figuur 3 geeft hiervoor de oplossing. De stroom door weerstand R4 kan via de schakeling van fig. 2 worden benut om een LED D3 te laten branden. De LED stuurt op zijn beurt een lichtgevoelige weerstand R1 die parallel is geschakeld met de eigenlijke toerentalregeling. Als nu de belasting, bij een bepaald toerental, toeneemt zal de stroom door R4 sterk toenemen zodat LED D3 gaat branden. Daardoor neemt de weerstand van LDR R1 af en wordt het toerental automatisch bijgeregeld.

Gehele schakeling

Figuur 4 geeft de gehele boormachineregeling. M is de boormachinemotor. Con-



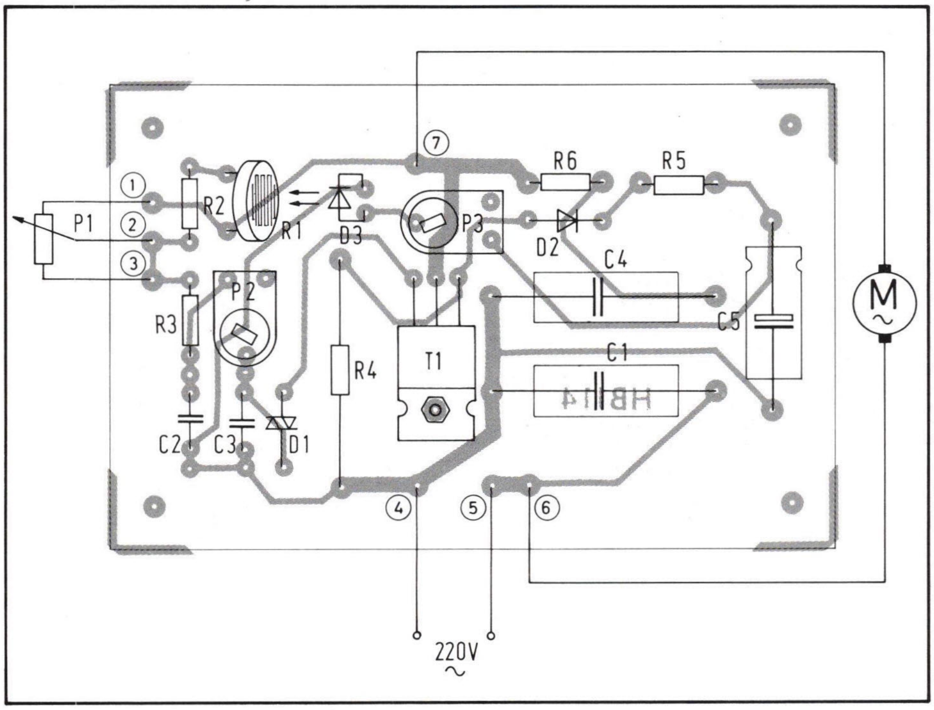


Fig. 6. De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 4, op de lay-out van fig. 5. Extern zijn slechts 6 aansluitpunten aanwezig.

densator C1 is bedoeld als extra ontstoring. Ook weerstand R6 en condensator C4 zijn nodig voor ontstoring en bescherming van de triac tegen te sterke inductiespanningen.
Met P1 kan het toerental over een zeer groot bereik worden geregeld. Om altijd een bepaalde begingeleiding van de triac te hebben is potmeter P2 aangebracht.

Hiermee is het mogelijk bij een minimum toerental te kunnen beginnen zodat van P1 de volle slag als regelbereik kan worden benut. Eén en ander is sterk afhankelijk van het toegepaste type triac en diac. C2 en C3 zorgen samen met P1/P2/R3 voor de faseverschuiving. R4 is in de kathodeleiding van T1 opgenomen om een stroomafgeleide te krijgen voor de stabiele regeling. Afhankelijk van het boormachinevermogen moet deze weerstand worden gekozen tussen ca. 1 Ω en 3,9 Ω. Hoe zwaarder de boormachine, des te kleiner wordt de weerstandswaarde. Bij twijfel kan eventueel worden geëxperimenteerd, uitgaande van 2,2 Ω.
De van de belasting afgeleide stroom veroorzaakt over R4 een spanning die door D2 wordt gelijkgericht. Via R5 wordt C5 snel geladen en ontladen via P3 en D3. Met P3 wordt de mate van terugkoppeling (stabiliteit) ingesteld.

De optische koppeling D3/R1 kan eventueel zelf worden vervaardigd door een kunststof DIN-stekerhuls te nemen en daarin de LED en LDR direct tegenover elkaar te plaatsen en van buitenlicht af te schermen. Bij het prototype is een bestaande koppeling genomen van Moririca die in Nederland wordt vertegenwoordigd door MXE engineering te Harderwijk. Erg nauwkeurig hoeft de koppeling niet te zijn en het gebruikte type 7213 is dan ook geen 'must'.

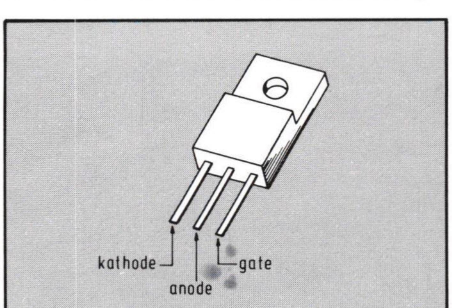


Fig. 7. Bij een triac in een T0-220 behuizing zit de kathode links en de anode in het midden.

Print

Figuur 5 geeft de lay-out voor de print. De schaal is 1:1. De bijhorende componentenopstelling geeft fig. 6. Ter verduidelijking van de triac-aansluitpunten geeft fig. 7 hiervan een schets. Hoewel er ook andere triacaansluitcoderingen worden toegepast hebben we hier gemakshalve de thyristorcodeermethode gehandhaafd. Voor de triac kunnen verschillende typen worden genomen, mits in een TO-220 behuizing en geschikt voor lichtnetspanning bij stromen tot ca. 4 A continu. Voor de condensatoren C1 en C4 moeten typen worden genomen die minstens voor 600 V gelijkspanning geschikt zijn. R4 moet 5 watt kunnen verwerken. Voor de instelpotmeters worden liggende modellen genomen met een steek van 10x5 mm. De eigenlijke toerentalregelaar P1 komt van de externe aansluitpunten 1,2 en 3. Op de punten 4 en 5 komt de lichtnetspanning, terwijl de boormachine aan de punten 6 en 7 komt.
Ter verduidelijking van de bouw van de print geeft de kopillustratie een indruk van de schakeling. De triac hoeft meestal niet van een extra koellichaam te worden voorzien. Is dat wel zo dan kan de triac verticaal of extern worden geplaatst.

componentenlijst bij fig. 4 en 6

weerstanden:
R1 = LDR (zie tekst)
R2 = 27 kΩ
R3 = 4,7 kΩ
R4 = 1...3,9 Ω/5 watt (zie tekst)
R5 = 470 Ω
R6 = 47 Ω
P1 = 220...250 kΩ, potmeter, lineair
P2 = 22...25 kΩ, instelpotmeter, liggend model
P3 = 100 kΩ, instelpotmeter, liggend model

condensatoren:
C1 = 47 nF...100 nF/600 V...1000 V
C2, C3 = 0,1 μF/150 V
C4 = 47 nF/600 V...1000 V
C5 = 4,7 μF...10 μF/25 V, axiaal

halfgeleiders:
D1 = diac, ER900, D83
D2 = 1N4001
D3 = LED (zie tekst: D3+R1 = bijv. optische koppeling van Moririca).
T1 = triac, T0-220 behuizing, geschikt voor 220 V lichtnetspanning (bijv. BT136/600)

overige componenten:
1 printje HB 114
6 printpennen 1 mm rond
1 moertje M3
1 boutje M3x10 mm

Rest nog een waarschuwing. Als de schakeling op het lichtnet is aangesloten kan overal 220 V op staan. Deze spanning is levensgevaarlijk. Raak daarom de print nooit aan als de lichtnetspanning aanwezig is en controleer zorgvuldig elke handeling. Het afregelen van de instelpotmeters kan alleen met een goed geïsoleerde schroevendraaier. Doe nooit twee dingen tegelijk; test de boormachinewerking óf de print maar houdt nooit de boormachine vast terwijl aan de print wordt geregeld.
Er zijn boormachines die kunnen worden beschadigd door een snelheidsregelaar, omdat de borstels kunnen inbranden op de commutatorlamellen.



De versterker in de HiFi keten

Versterkers treffen we overal aan: in de geluidsinstallatie thuis, in de draagbare bandrecorder, de draagbare radio en zelfs in de uiterst kleine microcassette recorders. Versterkers hebben allemaal hetzelfde doel. Ze moeten een signaal zodanig versterken dat het met een bepaald vermogen kan worden afgegeven aan een luidsprekersysteem.

Dit is het eerste artikel van een reeks waarin we aan de hand van een bepaald apparaat (in dit geval twee apparaten) ingaan op de technische constructies van audio-apparatuur.



Vooral de afgelopen vijf jaar is er relatief veel veranderd en verbeterd op versterkergebied. Hadden we vijf jaar geleden nog een groot aantal versterkers met een vervormingspercentage van bijvoorbeeld 0,1%, nu hebben zelfs eenvoudige en goedkope versterkers vervormingscijfers die een factor 10 of meer lager liggen (0,01% of lager). Dat betekent overigens niet, dat een versterker met bijvoorbeeld 0,01% harmonische vervorming gehoormatig een goede versterker is. Er zijn nog veel meer soorten vervorming die – zeker gehoormatig – een belangrijke rol spelen voor wat betreft het uiteindelijke resultaat. Bekend zijn o.a. 'cross-over' vervorming, IM-vervorming (Intermodulatie Vervorming) en TIM-vervorming (Transiënt Intermodulatie Vervorming). Hoewel deze soorten vervorming in goede versterkers uiterst lage waarden hebben, komt vooral de cross-over vervorming nogal eens voor bij eenvoudige (draagbare) apparaten. De term 'transistorgeluid' is afkomstig van deze irritante en vermoeiende overneemvervorming.

Nieuwe technieken en componenten

Zoals gezegd zijn de versterkers de laatste jaren opmerkelijk verbeterd. Dat is te danken aan een samenspel van factoren. De fabrikanten hebben bijvoorbeeld zeer veel research gepleegd op het gebied van versterkertechniek, daar al dan niet bij geholpen door computers. Bovendien konden nieuwe schakelingen gemakkelijker en goedkoper worden gerealiseerd door de ontwikkeling van nieuwe geïntegreerde componenten. Belangrijke delen van een versterkereindtrap zitten tegenwoordig in een – van buiten eenvoudige – geïntegreerde schakeling (IC), terwijl vroeger voor hetzelfde ontwerp vele tientallen discrete componenten nodig waren.

Deze technieken hebben er mede toe bijgedragen dat een versterker de afgelopen tien jaar niet duurder is geworden ondanks alle prijsstijgingen! Tien jaar geleden kostte een 2 x 15...2 x 20 W versterker ruim vierhonderd gulden. En het zal bekend zijn welk vermogen (van doorgaans veel betere kwaliteit) u nu kunt kopen voor dat bedrag.

In de HiFi-klasse komen we de laatste tijd allerlei fraaie kreten tegen als 'Super A klasse', 'A Class Amplifier' enz. Uit de meer conventionele versterkertechniek zijn instellingen als 'klasse A' en 'klasse B' bekend; klasse B wordt in de meeste gevallen gebruikt omdat het uitgangsvermogen van een 'B' versterker relatief hoog is en de warmte-ontwikkeling – in vergelijking met een klasse A instelling – laag. Voor de echte liefhebbers – er zijn lieden die zweren bij een klasse A versterker – zijn er nog steeds klasse A versterkers in de handel; sommige versterkers hebben zelfs een omschakelmogelijkheid waar-

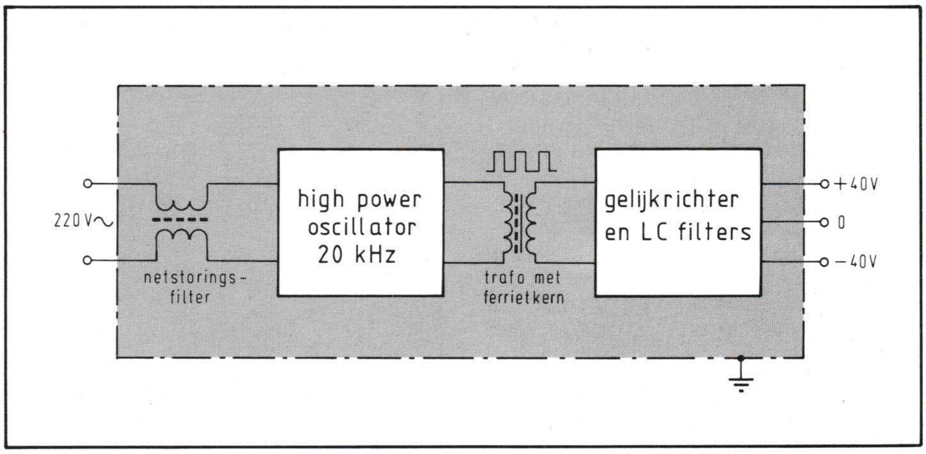


Fig. 1. Blokschema van een pulse power voeding.

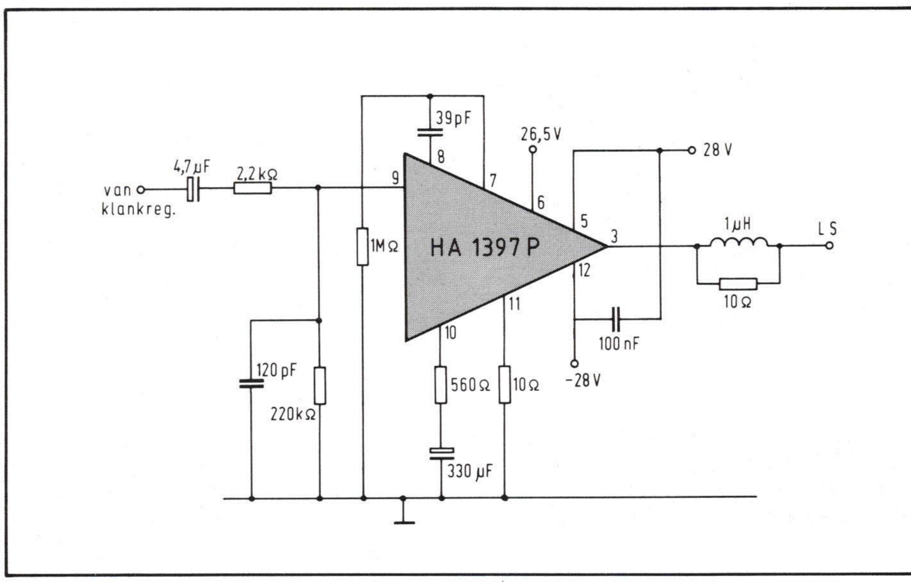


Fig. 2. Eindversterker, zoals die werd aangetroffen in de Pioneer.

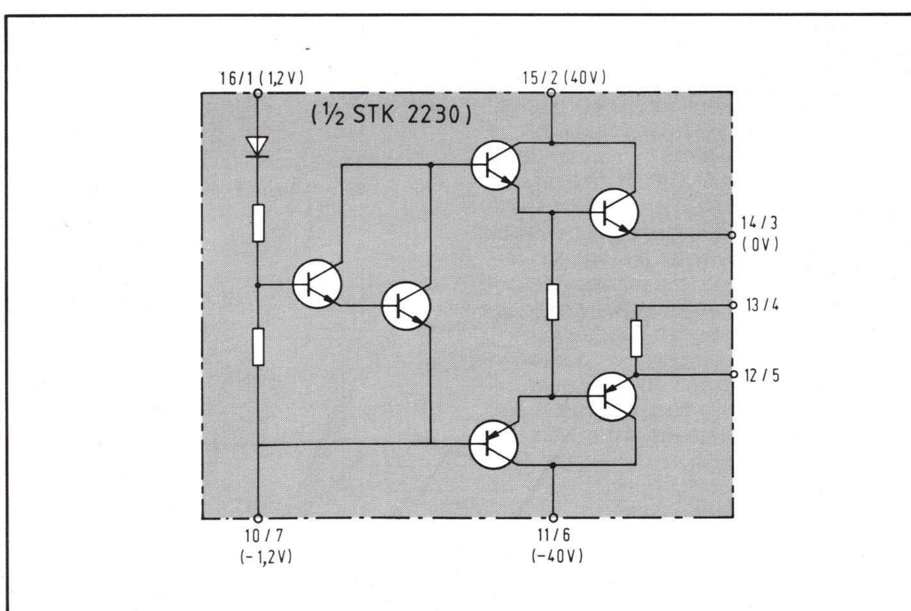


Fig. 3. De eindtrap van Sony.

mee de versterker naar wens in A of B kan worden ingesteld! Zo'n versterker levert dan bijvoorbeeld 50 W per kanaal in klasse B en maar 18 W per kanaal in klasse A. Bij de genoemde 'Super A' versterkers hebben we te maken met apparaten die – volgens hun ontwerpers – wel de voordelen hebben van een klasse A versterker maar niet de nadelen. Een feit is, dat ze gehoormatig en meettechnisch zéér goed zijn, maar dat mag ook worden gezegd van de huidige klasse B versterkers. Speciaal de laatste jaren zijn er nog enkele nieuwe versterkertechnieken ontwikkeld. Deze zijn echter zo kostbaar, dat versterkers die er mee zijn uitgerust zijn voorbehouden aan degenen die werkelijk 'supertopklasse' willen en tevens over het benodigde budget beschikken. Eén van die technieken is het PWM-systeem (Puls Width Modulation of Pulsbreedte modulatie) van Sony. In tegenstelling tot alle andere versterkers, gaat het hier om een digitale versterker. Dat betekent dat het toegevoerde signaal in een groot aantal afzonderlijke stapjes (**'0'** of **'1'**) wordt verdeeld, van elk 2 μs. Deze impulsen worden digitaal 'verwerkt' in de versterker en pas vóór toevoering aan de weergevers omgezet in een analoog signaal met behulp van A/D omzetters en filters. Door deze techniek, waarbij zuiver aan/uit schakelende V-FET's in de eindtrap zijn toegepast, bereikt men theoretisch een rendement van 100%. De relatief kleine PWM versterker van Sony levert dan ook een uitgangsvermogen van 160 W per kanaal aan 8 Ω, daarbij geholpen door een 'heath-pipe' om de warmte snel af te voeren en een 'Pulse-locked' schakelende voedingseenheid.

Twee versterkerontwerpen
Aan de hand van twee versterkers anno 1982, zullen we – globaal – eens bekijken hoe de huidige generatie versterkers elektronisch is opgebouwd. In de lagere en middenklasse versterkers worden door de verschillende fabrikanten doorgaans vergelijkbare schakelingen toegepast. Dat is ook het geval bij de hier behandelde Pioneer versterker A-X30 en de Sony 'Legato Linear' versterker TA-AX3. De Sony versterker is duurder maar heeft ook meer mogelijkheden dan de Pioneer versterker. Deze laatste is in feite bedoeld voor toepassing in een compleet muzieksysteem van Pioneer. De aanduiding 'Legato Linear' op de Sony versterker heeft betrekking op de zeer lage overneemvervorming. De uitgangstrap in de eindversterker is uitgevoerd met een nieuwe ontwikkeld IC.

Geïntegreerde versterkers
Beide apparaten zijn zogenaamde geïntegreerde versterkers, hetgeen betekent dat vóór- en eindversterker in één behuizing zijn ondergebracht, compleet met netvoeding. De voorversterker op zich bestaat uit

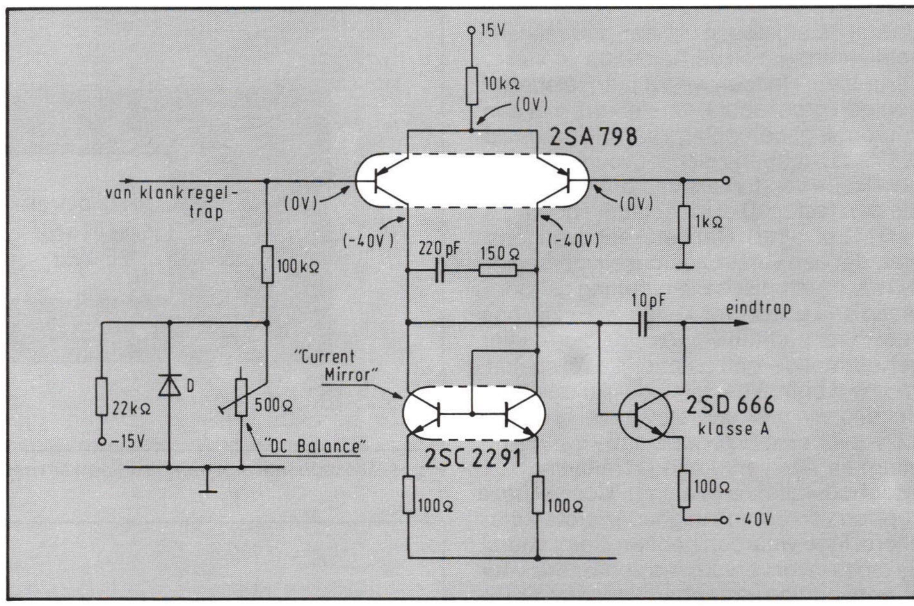


Fig. 4. De stuurversterker van Sony.

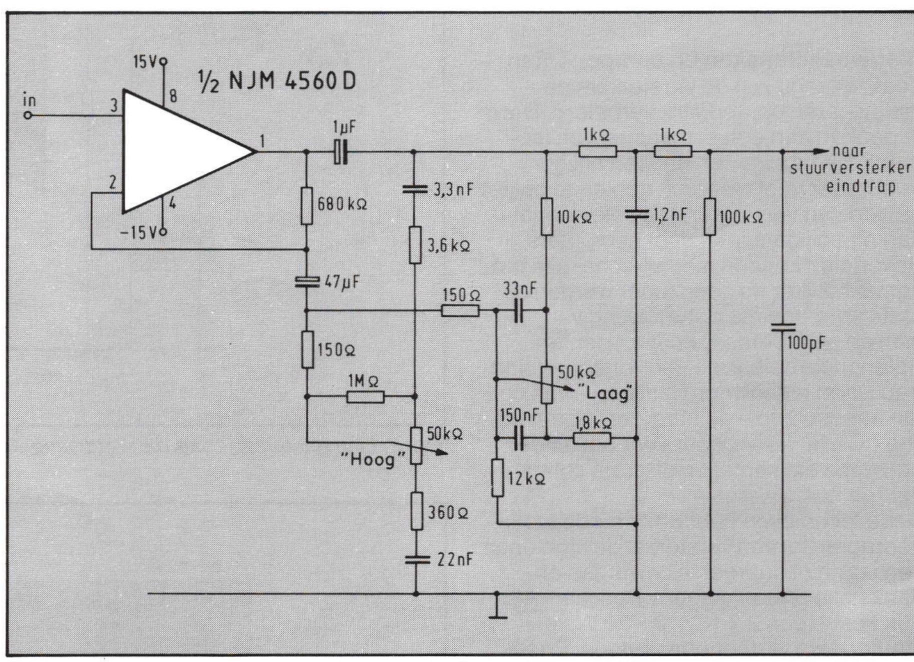


Fig. 5. De klankregeling van Sony maakt gebruik van de conventionele manier om de hoge- en lage tonen te kunnen regelen.

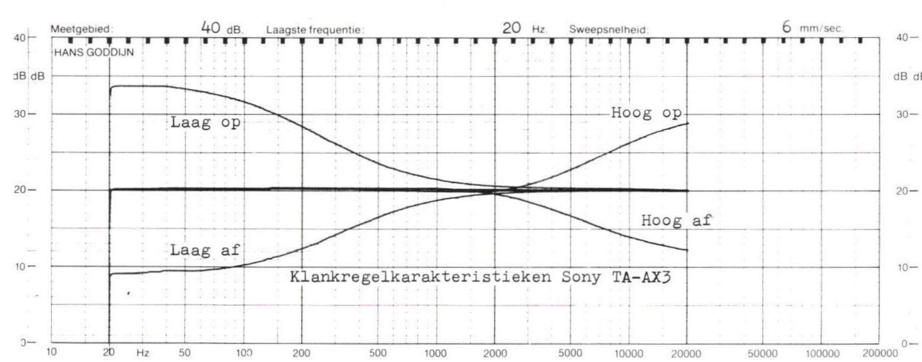


Fig. 6. De karakteristieken van de Sony klankregelaar.

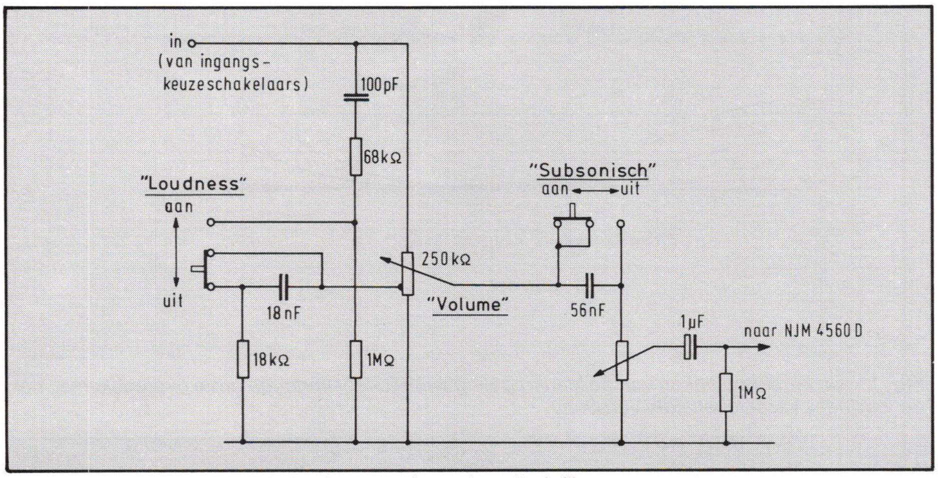


Fig. 7. De schakeling van de loudness en het subsonisch filter.

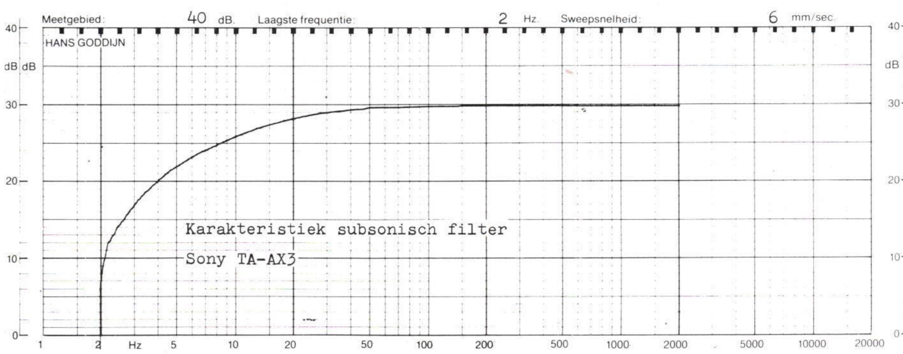


Fig. 8. Het subsonisch filter onderdrukt de allerlaagste frequenties.

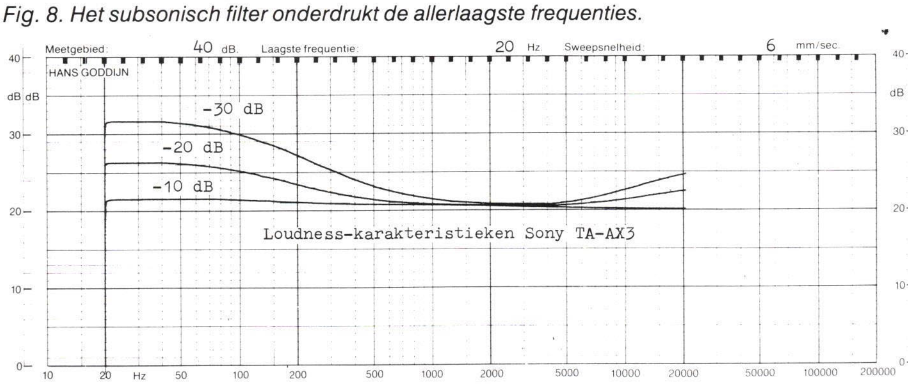


Fig. 9. Loudness zorgt voor het ophalen van lage- en hoge tonen bij zachte luisterniveau's.

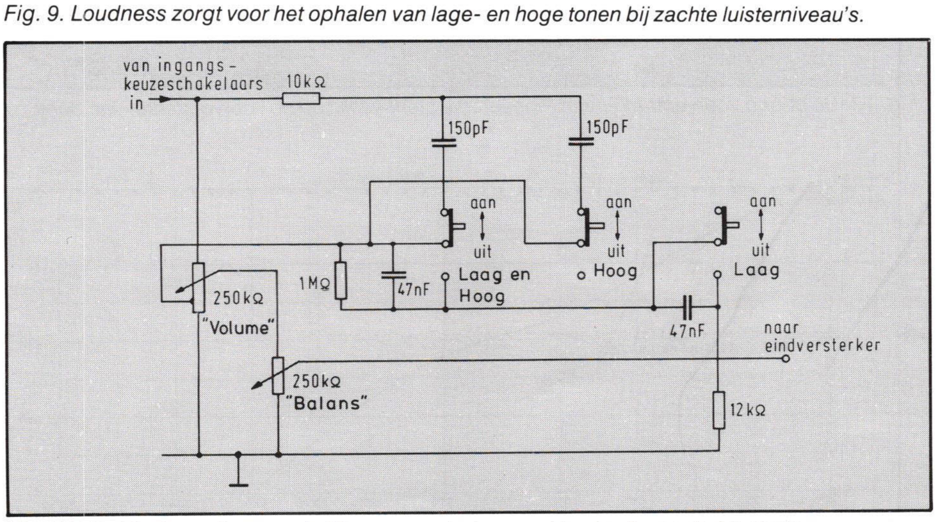


Fig. 10. De klankregeling van de Pioneer versterker maakt gebruik van druktoetsen.

enkele eenheden, te weten een lijningangstrap, een klankregelschakeling, een ingangstrap voor het aansluiten van een platenspeler (normaal magnetisch of MM element) en – en dat geldt hier voor de Pioneer versterker – een ingangstrap voor een microfoon. Het mono microfoonsignaal kan worden gemengd met één der andere ingangsignalen. De gevoeligheid van deze microfoontrap is met 2 mV/50 kΩ overigens vrij laag, zodat een microfoon met een vrij grote spanningsafgifte moet worden gebruikt.
De phono-ingangen (platenspeler) van beide versterkers hebben de gebruikelijke gevoeligheid van 2,5 mV/50 kΩ en de lijningangen (aux, tape en tuner) hebben een gevoeligheid van 150 mV/50 kΩ.
Achter het klankregeldeel in de voorversterker bevindt zich de eindversterker, die voor de uiteindelijke vermogensafgifte zorgt. Een eindversterker kan worden opgebouwd uit discrete componenten (transistoren, weerstanden en condensatoren) maar dank zij de huidige geavanceerde integratietechnieken én de noodzaak om de arbeidskosten zo laag mogelijk te houden, worden steeds meer compleet geïntegreerde eindversterkers of geïntegreerde uitgangstrappen toegepast.

In de Sony versterker is de eindversterker opgebouwd uit discrete componenten, waarbij de eindtrap zelf wordt gevormd door één IC dat – voor beide kanalen – de betreffende componenten bevat. In de Pioneer versterker wordt de complete eindtrap gevormd door een IC. Vooral in goedkopere versterkers komen we deze geïntegreerde eindversterkers nog al eens tegen, waarbij moet worden opgemerkt dat de kwaliteit ervan verhoudingsgewijs zeer goed is en dat de kans op storingen – in vergelijking met een aantal jaren geleden – nihil is!
Tenslotte hebben versterkers een voedingsdeel. Afhankelijk van de toegepaste schakeling en het uitgangsvermogen levert een voeding een spanning tussen ca. 25 V en 60 V (in sommige versterkers méér).

In de Pioneer versterker is een vrij conventionele gestabiliseerde voeding toegepast die maximaal + en – 28 V levert. De Sony versterker heeft een zeer bijzondere voeding, de zogenaamde 'Pulse Power' voeding. Deze voeding wordt door Sony reeds enkele jaren toegepast en is een vereenvoudigde versie van de PLP-voeding (Pulse Locked Power). Deze laatste is gestabiliseerd.

Pulse Power voeding
De voeding in een versterker kan een probleem zijn. Wanneer een versterker een bepaald – hoog – vermogen kan leveren, moet de voeding dat vermogen (en zelfs nog meer) eveneens kunnen leveren en daartoe is een forse trafo noodzakelijk.

Zo'n grote trafo kan – zeker bij versterkers die een groot vermogen leveren – leiden tot een aanzienlijke gewichtsvermeerdering en vooral bij de huidige 'slim-line' trend, waarbij versterkers maar 6 tot 10 cm hoog zijn, komen inbouwaspecten om de hoek kijken.

Bij toepassing van een schakelende voeding kan een zeer kleine trafo worden gebruikt, doordat men de netspanning niet toevoert aan een trafo maar aan een vermogensoscillator (zie het blokschema van fig. 1). Deze oscillator levert een blokvormige spanning met een frequentie van 20 kHz. Achter de oscillator is een kleine trafo geschakeld met een ferrietkern. De spanning wordt door de trafo omlaag gebracht en pas dan gelijkgericht. Juist door 20 kHz signalen aan de trafo aan te bieden in plaats van de gebruikelijke sinusvormige 220 V/50 Hz netspanning, kan de trafo zeer klein zijn. In deze opstelling kan de trafo ongeveer 60 maal zoveel vermogen verwerken dan onder normale omstandigheden het geval zou zijn. Aangezien een schakelende voeding zou kunnen 'stralen', is de gehele Puls Power voeding is een metalen behuizing ondergebracht.

Eindversterkers
In beide versterkers is gebruik gemaakt van zuiver complementaire 'SEPP' (Single-Ended-Push-Pull) eindtrappen met directe (DC) koppeling. De IC's in de Pioneer versterker leveren 17 W per kanaal en de stereo eindtrap in de Sony versterker levert 40 W per kanaal, in beide gevallen aan 8 Ω.

Het Pioneer IC is met zijn discrete componenten getekend in fig. 2. De inhoud van het IC is niet aangegeven in het schema van Pioneer. De balanseindtrap van Sony is getekend in fig. 3. De schakeling op zich is vrij conventioneel en is in tweevoud ondergebracht in één huis. De eindtrap wordt gestuurd door een verschilversterker met 'current mirror' belasting. Deze 'stroomspiegel' belasting wordt bij verschilversterkers toegepast in plaats van een normale weerstand. Hierdoor is op de eerste plaats de versterking hoger, maar tevens worden brom en ruis belangrijk onderdrukt omdat een hoge stroom hier overbodig is. De verschilversterker wordt nog gevolgd door een klasse A versterkertrapje, zie fig. 4. In de eindversterker is overigens ook een beveiligingsschakeling voor de eindtrap toegepast.
Zoals gezegd, is de inhoud van het Pioneer IC niet getekend in de documentatie, maar gezien het verder in de versterker geheel ontbreken van versterkingselementen – uitgezonderd de microfoon en phono voorversterker – is het duidelijk dat een voorversterker is ingebouwd die een ingangsgevoeligheid heeft van ca. 150 mV.

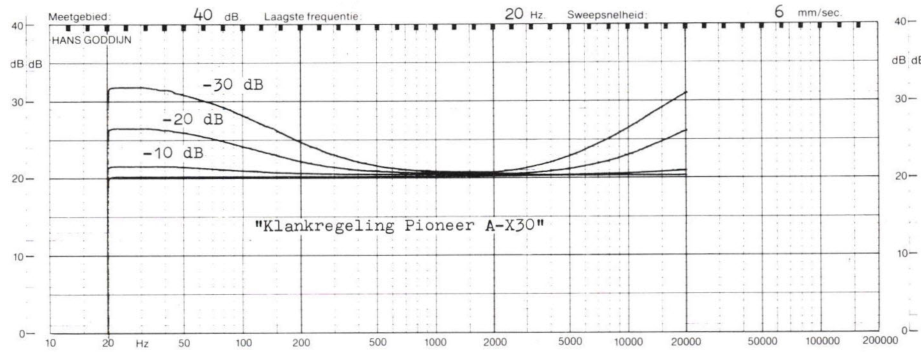


Fig. 11. De karakteristieken van de klankregeling van Pioneer vertonen grote overeenkomst met de loudness karakteristieken van Sony.

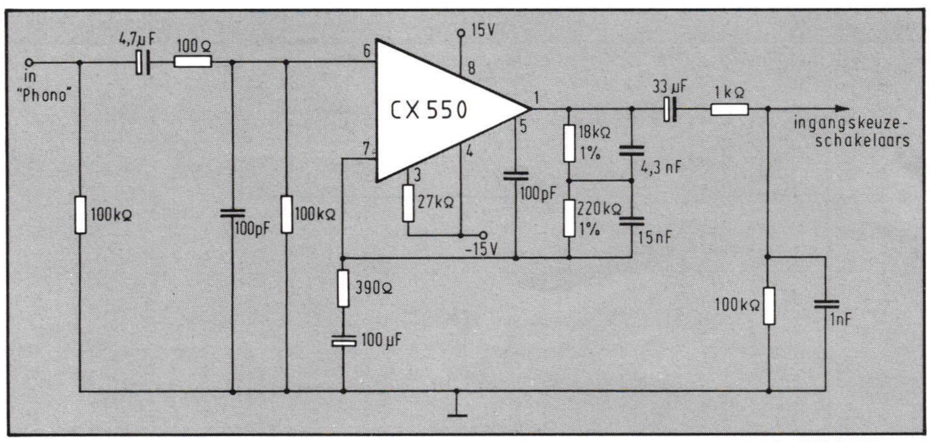


Fig. 12. De Phono voorversterker van Sony. Het terugkoppelnetwerk zorgt voor de RIAA-curve.

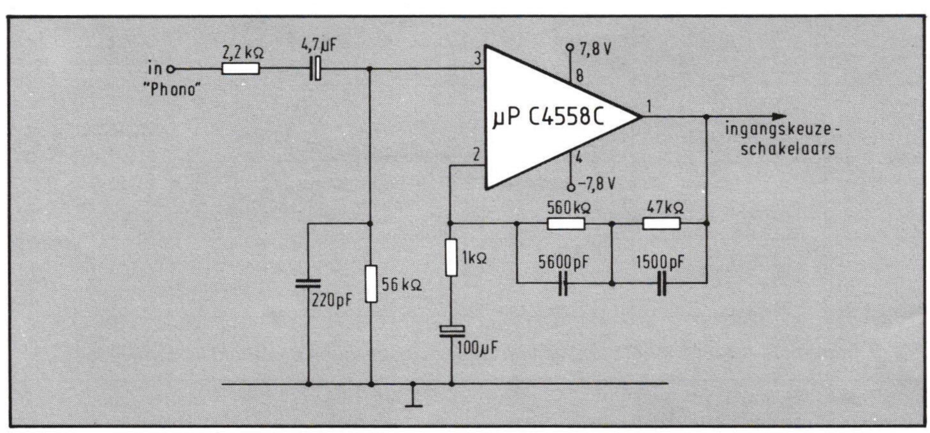


Fig. 13. De phono voorversterker van Pioneer, die sterk gelijkt op de voorversterker van Sony.

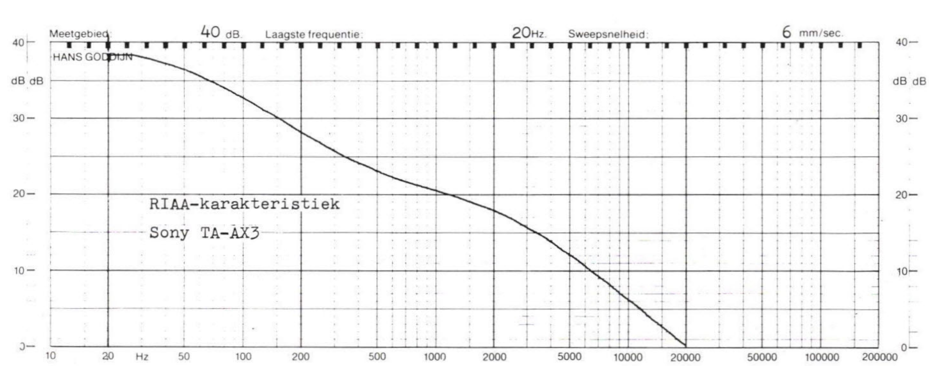


Fig. 14. De RIAA-karakteristiek van Sony...

Klankregeling

In beide versterkers bevindt de klankregeling zich direct voor de eindversterker. In de Sony versterker is de gebruikelijke klankregeling voor het ophalen en verzwakken van hoge en lage frequenties toegepast. De schakeling is op de conventionele wijze opgebouwd: potmeter met condensatoren tussen loper en eindaansluitingen voor het ophalen en verzwakken van lage frequenties en een potmeter met aan beide zijden seriecondensatoren voor het ophalen en verzwakken van hoge frequenties (fig. 5). De overige componenten in deze schakeling dienen ter aanpassing aan de versterkerimpedantie en het verkrijgen van het gewenste verloop van de regelkromme. Beide regelaars beïnvloeden elkaar in geringe mate. Met beide potmeters in de middenstand is de karakteristiek vokomen recht. De maximale werking van deze klankregeling is te zien in fig. 6. Vóór de klankregeling zijn de balansregeling en sterkteregeling aangebracht. Deze laatste is gecombineerd met een 'subsonisch' filter en een 'loudness' regeling, zoals afgebeeld in fig. 7. Het subsonisch filter is een eenvoudig filter met een helling van 6 dB/oktaaf, dat bij 20 Hz een verzwakking geeft van 2 dB. Onder de 20 Hz neemt de verzwakking toe.

De loudness regeling haalt – bij een laag geluidsniveau – de lage en hoge frequenties op om de gehoormatige afwijkingen te compenseren. De volume-potmeter heeft daartoe een extra aftakking. Het verloop van de loudness-kromme is in fig. 9 getekend voor verschillende geluidssterkteniveaus.

De klankregeling van Pioneer is vrij ongebruikelijk, zoals uit fig. 10 blijkt. In plaats van de hoog en laag regelaars is een tweetal druktoetsen voor hoog en laag aangebracht. Deze blijken echter hetzelfde effect te hebben als een normale loudness regeling. Alleen kunnen hier hoog en laag afzonderlijk worden opgehaald. Het extra versterken van hoge en lage frequenties is alleen mogelijk bij een lager geluidsniveau, evenals dat bij loudness het geval is. Hiertoe is op de volume potmeter weer een extra aftakking aangebracht. De karakteristieken van deze 'klankregeling' zijn in de betreffende grafiek afgebeeld (fig. 11). Een vergelijking met de loudness-karakteristieken van de Sony versterker is interessant.

Phono voorversterker

Elke versterker moet een ingang hebben waarop een platenspeler met magnetisch element kan worden aangesloten. Aangezien een magnetisch element een lage spanning afgeeft, moet zo'n ingang een gevoeligheid hebben van 1,5 à 2,5 mV en een aansluitimpedantie van 47 kΩ. De Sony versterker en de Pioneer versterker hebben beide een ingangsgevoeligheid van 2,5 mV en een aansluitimpedantie van 50 kΩ.

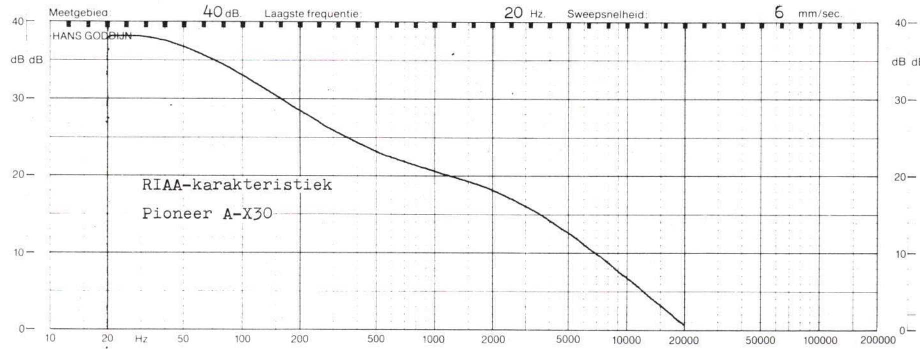


Fig. 15. . . . en die van Pioneer.

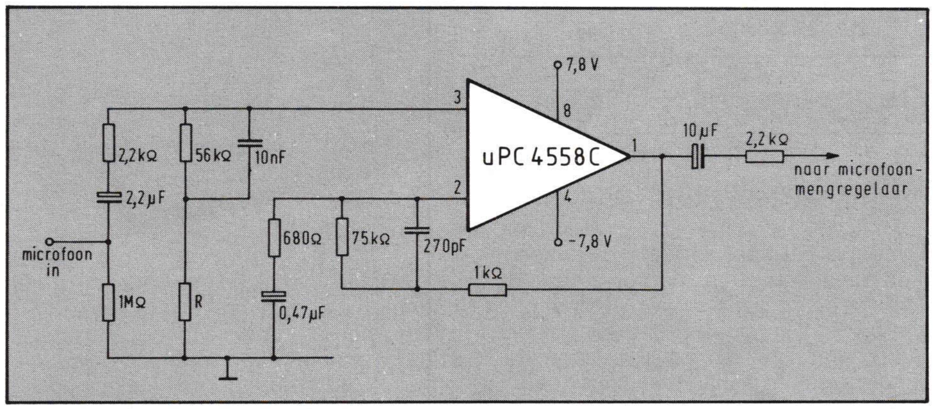


Fig. 16. De microfoonvoorversterker van Pioneer.

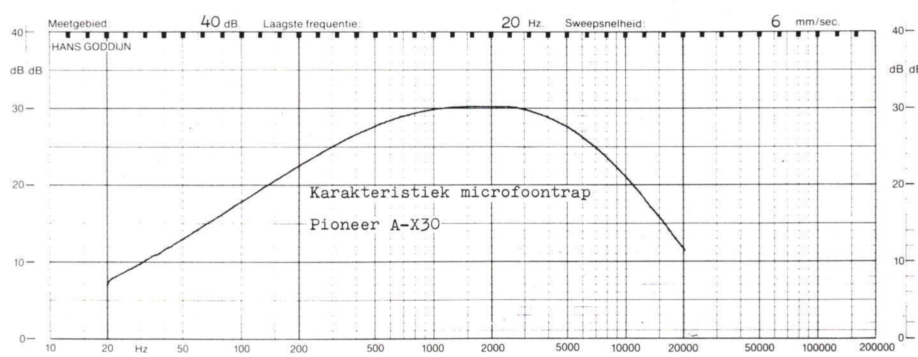


Fig. 17.

Vanwege deze gevoeligheid moet de versterkingsfactor om het signaal op het lijnniveau vanaf 150 mV te brengen ongeveer 60 (ca. 35 dB) zijn. De phono voorversterker versterkt echter niet 'recht'. De schakeling moet zijn voorzien van een correctie volgens de RIAA-kromme. Het signaal op grammofoonplaten is namelijk niet 'recht' opgenomen, maar eveneens volgens de RIAA-kromme, zij het precies tegengesteld aan die in de voorversterker.

Bij het opnemen van een plaat, worden lagere frequenties sterk verzwakt om te grote amplituden in de plaatgroef te voorkomen. Ten eerste zou de aftastnaald deze grote amplituden niet kunnen volgen (groefspringen) en ten tweede zou dat de speelduur van een plaat belangrijk verkorten.

Het hoog – boven ca. 1 kHz – wordt daarentegen sterk opgehaald om te voorkomen dat de hoge frequenties in (plaat)ruis ten onder gaan. Deze laagaf en hoogop correctie moeten in de versterker worden gecorrigeerd door een tegengesteld werkend correctiefilter. De phono-ingangsversterker haalt dus de lage frequenties sterk op en verzwakt de hoge frequenties. Met het verzwakken van de hoge frequenties wordt tevens de ruis sterk onderdrukt. De toegepaste schakelingen in de Sony en Pioneer versterker zijn vrijwel identiek, zie fig. 12 en fig. 13. Er wordt gebruik gemaakt van een lineaire geïntegreerde schakeling, waarbij het correctienetwerk

is geschakeld tussen de uitgang en de inverterende ingang. Op deze wijze wordt een correct verloop van de RIAA-kromme verkregen. Zoals in de grafieken van fig. 14 en fig. 15 is te zien, verlopen de karakteristieken van de Sony en Pioneer versterker volledig identiek.

Microfoon voorversterker
Zoals gezegd heeft de Pioneer versterker een microfooningang, waarvan het signaal kan worden gemengd met een der andere ingangsignalen (tape, aux of phono), zie fig. 16. Aangezien een dergelijke microfooningang voornamelijk zal worden gebruikt door lieden die platen willen aankondigen of voor 'DJ' willen spelen, is een goede verstaanbaarheid van belang.
Mede omdat de meeste amateur-DJ's de neiging hebben om de microfoon in hun mond te houden bij aankondigingen, heeft de versterker een sterke laag-af correctie die reeds inzet bij ca. 1000 Hz en bij 20 Hz een verzwakking biedt van 22 dB (fig. 17). Boven ca. 3000 Hz is een hoog-af karakteristiek gerealiseerd waarmee bij 20 kHz een verzwakking van 18 dB is bereikt. De toegepaste schakeling is in principe gelijk aan die van de phono voorversterker, alleen is het correctienetwerk geheel anders gedimensioneerd.

Hans Goddijn

Brieven

Opname in de rubriek 'Brieven' betekent niet persé dat de redactie het met de strekking van de brief eens is. De leukste brief wordt beloond met f 25,-. Stuur uw reacties aan: KTT, redactie Hob-bit, postbus 23, 7400 GA Deventer. Voor België: KTT, Van Putlei 33, 2000 Antwerpen.

De brief van *f* 25,–

Acorn problemen

Omdat er blijkbaar nog niet zoveel reacties zijn gekomen van gebruikers van de Hob-bit computer, terwijl ik u toch wil laten weten dat sommigen er enthousiast mee aan het 'spelen' zijn, zou ik wat opmerkingen, vragen en kanttekeningen over de Acorn Atom willen plaatsen.
Laat ik beginnen om u te complimenteren met de vaak verhelderende afleveringen van de begeleidende serie 'De microcomputer, bit voor bit', een welkome aanvulling voor de af en toe wat cryptische trant (en natuurlijk de vreemde taal) waarin het handboek van de computer is geschreven.

Om, met betrekking tot de computer zelf, bij het begin te beginnen: met de bouw van de kit heb ik plezierige uren beleefd. Ook ik heb in wat angstige spanning het glorieuze moment van het inschakelen en verschijnen van een (rollend) karakterschaakpatroon meegemaakt: verrèk, hij doet't! Niet gehinderd door een overmatige kennis van zaken heb ik een kwartier lang koortsachtig geprobeerd het beeld stil te zetten, schroevend aan alles wat draaibaar was, maar zonder resultaat. Blijkbaar verslikte mijn portable TV-tje zich in de synchronisatiepuls van de computer (of zoiets). Wijziging van de voeding (stabiliseren op de print i.p.v. volledig gestabiliseerd van buitenaf voeden) bracht enige verbetering, met de 'vertical hold' stijf in de hoek. In verband hiermee rijst de eerste vraag: is de synchronisatie (als dat tenminste de boosdoener is) op eenvoudige manier te beïnvloeden, zodat oudere TV's (en een videorecorder, die zich helemáál verslikt in een poging een leuke display vast te leggen!) te gebruiken zijn? In mijn onschuld dacht ik aan wijziging van de kristalwaarden, maar dit gaat wellicht ook ten koste van de juiste lijntijdbasis.

Bij elk boek heb ik de gewoonte om eerst achterin en ook even halverwege te kijken, zo ook bij 'Atomic theory and practice'. Kennelijk doen sommige Engelsen dat ook, want door genoemde gewoonte dit keer wat bleek geworden, las ik op blz. 3 dat ik dáár moest beginnen, een raad die ik maar heb opgevolgd.
Tot blz. 6 ging het goed: CTR-L 'clears the screen' maar op een 'return' daarna verwijt de knoppendoos mij fout 94. Domheid of leesfouten van mijn kant daargelaten, na CTRL-L moet ESC worden ingedrukt, waardoor de 'prompt' naast de cursor verschijnt zonder foutmelding. CRTL-L brengt het scherm blijkbaar niet in de karaktermode, althans niet direct.
Op blz. 9, punt 10.2 staat dat een filenaam 16 letters, cijfers of spaties mag beslaan. Mijn computer is het hier niet mee eens: bij meer dan 11 karakters wordt via 'error 118' aangegeven dat de naam te lang is.

Het stukje 'logical operations' op blz. 15 gaat volledig boven mijn pet, maar ik beloof het betreffende artikel in 'Hob-bit' er nog een op na te slaan.
De cursor-verdwijntruc op blz. 16 slaagde schitterend, *en bleek definitief.* Na twee dagen zoeken bleek de cursor niet op # 80, maar op # 128 te zitten! (RAM met 2K uitgebreid; heeft het daarmee iets te maken?).

Tegen de tijd, dat ik op blz. 38 was gekomen, kreeg ik als aanvankelijke 'complete idiot' al wat meer zelfvertrouwen: brutaalweg heb ik in het programmaatje 'reactiemeter' zitten knoeien om het wat te automatiseren.
Bij het afdraaien van de toren van Hanoi op blz. 43 heb ik sprakeloos zitten kijken. Snel, te snel ging het, en om te kijken wat er precies gebeurde heb ik een wachtlus ingebouwd na regel 1010 (met dank aan 'bit voor bit').
Vol vertrouwen verder dus, maar dit zakte wat door het programma op blz. 48 (digitale verwerking van golfvormen), want het programma loopt, ook na zeventien keer controleren, niet. Na regel 15 ging er iets mis, maar wat? Het mag aanmatigend klinken, maar blijkbaar zit er een fout in het programma: na weglating van de eerste opdracht in regel 23 (wordt dus: 23 GOS.q) liep de zaak als een trein. Weliswaar bij een eerste run soms met een wat merkwaardige gefragmenteerde blokgolf, die blijkbaar eerst 'geleerd' moet worden, maar bij een tweede run perfect.
De eerlijkheid gebiedt me te zeggen dat ik de hoofdstukken 9 en 10 voorlopig maar heb overgeslagen. Nog even het ROM-testprogramma (blz. 93) geprobeerd. Het liep wèl, maar antwoordde niét volgens het boekje. De 'handtekening' vanaf adres # F000 levert steevast 72 D op i.p.v. het aangegeven E 386. Maar tot nu toe zijn er geen verdere onregelmatigheden gesignaleerd, dus het schijnt geen ramp te zijn.

Goed, op dus naar de grafische functies, gewapend met wat extra RAM. Enigszins suizebollend, maar met succes een driedimensionaal plaatje (blz. 83) tevoorschijn getoverd, en een analoge/digitale klok (blz. 85), die trouwens niet helemaal weet hoe laat het is (evenmin als de digitale klok op blz. 37), binnen 55 minuten is er volgens mijn computer al een uur om.

Bovendien is de wijzerplaat niet symmetrisch (iets te verbeteren door in regel 15 de waarde van J te veranderen in 70, maar dan is de cirkel niet meer gesloten).
Iets minder praatjes dus, en dat werd op blz. 87 niet beter. Wordt nml. het programma onder punt 11.8.1 klakkeloos ingetikt, dan wordt mij uiteraard 'error 31' (return without gosub) verweten. Vermoedelijk begrijp ik ook hier weer iets niet, maar wat onbeholpen wijzigingen helpen de zaak

op gang: 1 CLEAR 0 10 en 20 conform blz. 87 30 X=0; Y=0 40 X=X+1; Y=Y+1; GOSUB p 45 IF Y=46 THEN END 50 GOTO 40

Omdat ik er verder niets van snapte, is het daarbij gebleven. Nog een bekentenis: de hoofdstukken 13 t/m 17 heb ik ook maar even laten liggen tot het ècht slecht weer wordt, met uitzondering van het clavecimbel-programma, waarvan ik zojuist enige leuke wijzigingen in Hob-bit heb aangetroffen. Omdat de toonlengte een nogal sterk staccato-effect oplevert, kan die wat worden verlengd door in regel 390 de vermenigvuldigingsfactor van D te vergroten tot max. 350 (anders worden de hoge frequenties te kort).

Hoewel er nog een aantal opmerkingen en vragen resteert, lijkt me dit voorlopig meer dan voldoende. Toch nog een laatste vraag op de valreep: is er een boekje of zijn er regels voor het 'vertalen' van programma's, geschreven voor andere computers met een 6502?

J. F. van Nieuwenhuyzen, Hellevoetsluis.

Helaas is, wat betreft de computer, niets te wijzigen m.b.t. het 'verslikken' van uw TV. IC 31 is nl. gebaseerd op een frequentie van 60 Hz (inwendige deler van de kristalfrequentie), terwijl uw TV alleen genoegen neemt met 50 Hz. Kleinere portabel TV's zijn gemakkelijker wat dit betreft: met 'vertical hold' is een stilstaand beeld te verkrijgen. Dit lukt prima, getuige de foto's van het beeldscherm, die regelmatig in Hob-bit worden geplaatst. De firma Manudax houdt zich momenteel bezig met het ontwerpen van een interface die een aanpassing 50 Hz/60 Hz mogelijk maakt.

Inderdaad moet ná CTRL-L een escape worden gegeven, iets dat softwarematig beter direct in de ROM had kunnen gebeuren.

Uw computer is wat betreft de filenaam wel héél erg kritisch, de onze brengt het tot 13 karakters...

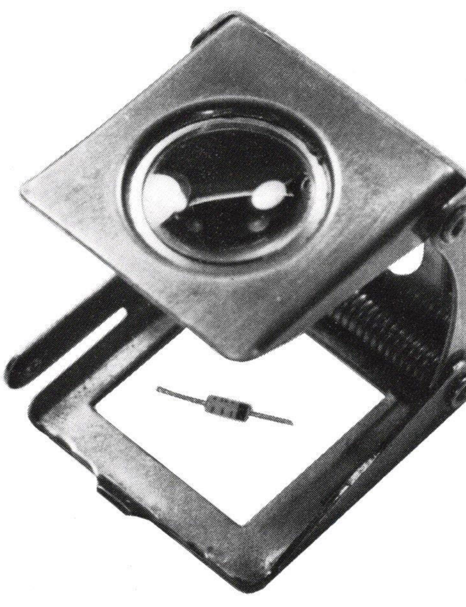
Wat u schrijft over de cursor verdwijntruc: dit begrijpen we niet helemaal, onze computer luistert wél naar wat het boek zegt.

Het probleem met de ROM is serieus op te vatten: de gevraagde handtekening moet toch echt feilloos geleverd kunnen worden. Zijn er wat bitjes door elkaar geschud in uw ROM? Dit is misschien de oorzaak van enkele onverklaarbare gebeurtenissen binnen uw computer.

De klok loopt wat achter, maar 5 minuten per uur is toch wel veel... Het programma van blz. 87 lijkt ons verre van compleet.

Regels voor het 'vertalen' zijn moeilijk op te stellen, omdat deze specifiek gelden voor merk X naar merk Y. Er zouden dan ontelbaar veel boekjes moeten verschijnen: van AIM 65 naar PET, van Challenger naar VIC-20, van Apple naar Acorn en noem maar op. (Red).

Dioden
De twee poten van dichtbij bekeken



Dioden worden door de elektronicaliefhebbers dikwijls als minder belangrijke of volledig 'bekende' componenten beschouwd. Niets is echter minder waar, want het doel van een diode in een circuit is niet steeds zo voor de hand liggend, de schakelingen ermee komen ook niet altijd rechtstreeks uit de kleuterklas.

Een nadere blik op deze tweepoot is dus wel op zijn plaats, zeker als we naderhand zijn broer, de driepoot, willen ontleden.

Een diode bestaat uit twee aansluitdraden die verbonden zijn met een miniem hoopje halfgeleidermateriaal, junctie genoemd. Deze junctie, die is omsloten door een plastic, glazen of metalen omhulsel, is opgebouwd uit twee lagen tegengesteld gedoteerd halfgeleidermateriaal.
Het voor dit doel meest gebruikte materiaal is silicium (Si) of germanium (Ge). Door toevoeging van een minimale hoeveelheid van een vreemde stof (= het doteren) aan het zuivere halfgeleidermateriaal komen er in het verontreinigde materiaal elektronen vrij – dit noemen we een N-dotering – of worden er elektronen onttrokken – dit noemen dan een P-dotering. De plaatsen in het P-gebied waar een elektron ontbreekt noemen we een positief gat, zie fig. 1. Net als de vrije elektronen in het negatieve N-gebied kunnen de gaten in het positieve P-gebied zich verplaatsen.

Wanneer we nu een stukje P-halfgeleider samenbrengen met een stukje N-halfgeleider ontstaat er een junctie, meer bepaald een P-N junctie. Bij het samenbrengen gebeuren er in de junctie vreemde dingen. De elektronen, die van huis uit een innige liefde koesten voor de gaten in het P-gebied, zien hun kans schoon en haasten zich in grote getalen naar het P-gebied (fig. 2). Door de uitbundigheid van deze volksverhuizing is de aanvoer van elektronen op het grensgebied van de P-N junctie zo groot dat niet alle elektronen in het P-gebied een gat vinden om mee te versmelten. Er ontstaat op die manier een negatieve lading in de grenslaag van het P-gebied.
Anderzijds ontstaat er in de grenslaag van het N-gebied een positieve lading wegens het wegvloeien van de elektronen waardoor positieve gaten ontstaan.

Zo ontstaat er een grenslaaglading die een spanning over de junctie ten gevolge heeft. Deze spanning wordt contactpotentiaal genoemd en de waarde ervan is afhankelijk van het gebruikte halfgeleidermateriaal. Voor Si bedraagt de contactpotentiaal 0,6 . . .0,7 volt en voor Ge 0,2 . . .0,3 volt.
Merk op dat deze grenslaagspanning invers is gepolariseerd ten opzichte van de P-N junctie, zie fig. 3.

Karakteristiek van een diode
Het positieve P-gebied van de junctie noemt met de anode van de diode, het negatieve N-gebied de kathode (bij moeilijkheden om dat te onhouden kan het woordje 'KNAP' helpen: Kathode Negatief, Anode Positief), zie fig. 4. Wanneer we op de diode een spanningsbron aansluiten met de + aan de anode en de – aan de kathode, dan is de diode in doorlaatrichting gepolariseerd. Keert men de bron om, + aan kathode en – aan anode, dan is de diode in sperrichting gepolariseerd.
Als we nu de stroom door de diode meten wanneer we er beurtelings een in doorlaatrichting en in sperrichting gepolariseerde bron op aansluiten, en we brengen de spanning over de diode en de stroom erdoor samen in een grafiek, dan verkrijgen we de diodekarakteristiek. Bij 'normale' dioden kunnen we deze karakteristiek onderverdelen in 5 gebieden. We beginnen met een siliciumdiode die in doorlaatrichting is gepolariseerd, zie fig. 5.

- Gebied 1: De spanning van de bron is lager dan de grenslaagspanning van de diode (0,7 volt), die invers is gepolariseerd ten opzichte van de bronspan-

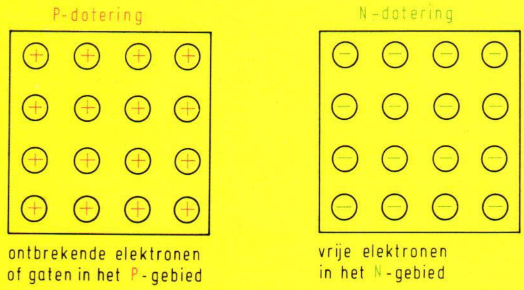


Fig. 1

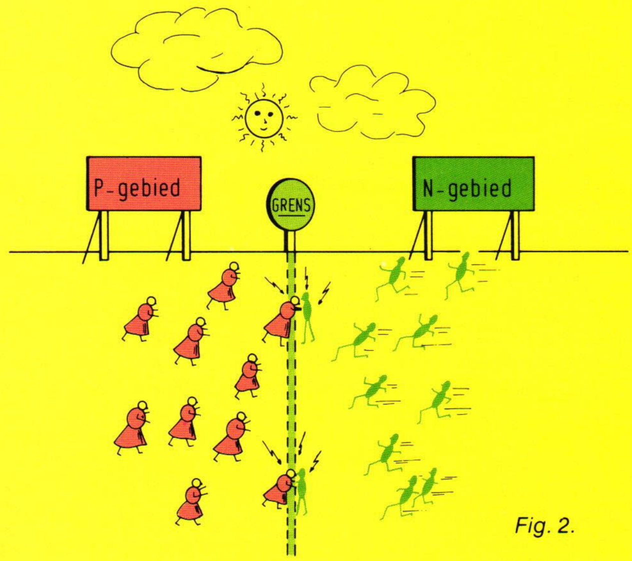


Fig. 2.

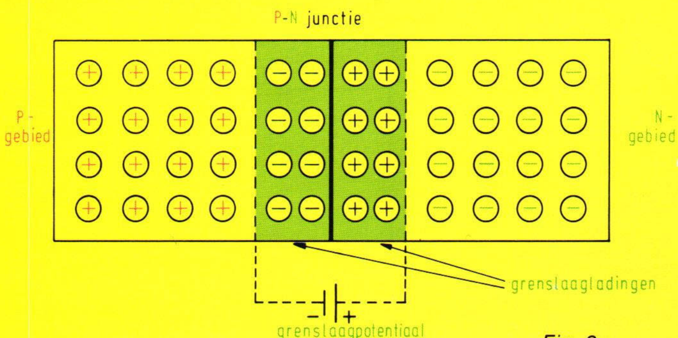


Fig. 3.

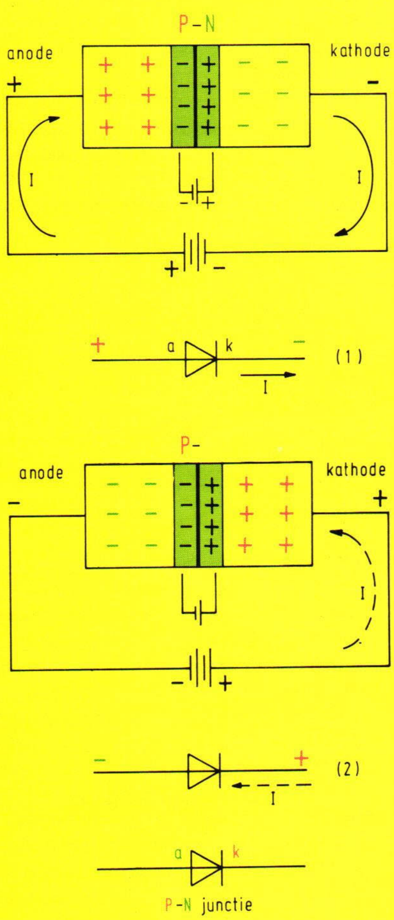


Fig. 4

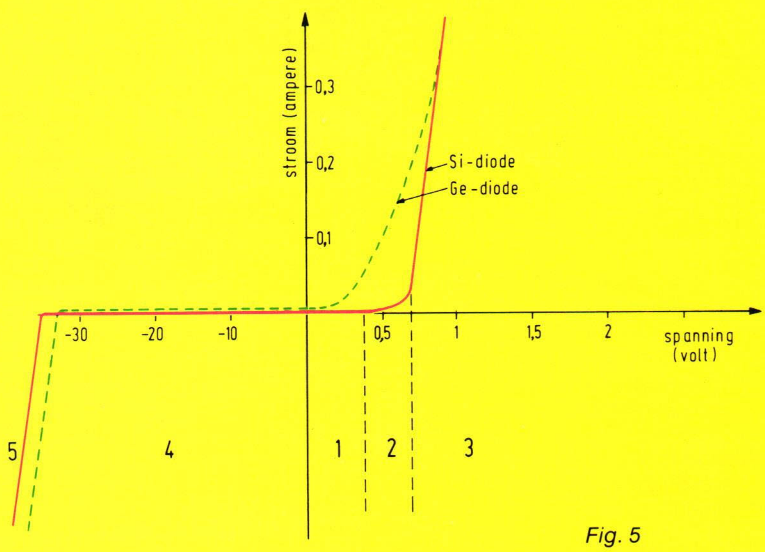


Fig. 5

ning en die we er dus van moeten aftrekken. We zien dan dat voor een spanning kleiner dan 0,7 volt er in feite 'een negatieve spanning inwendig over de junctie staat.' Daardoor worden zowel de elektronen als de gaten stevig aan de leiband gehouden en er vloeit geen stroom. Als we de bronspanning lichtjes verhogen komen we in het 2de gebied terecht.

- Gebied 2 is het gebied waar de diode net begint te geleiden, er vloeit een kleine stroom. De aangelegde bronspanning is dan enkele tientallen millivolts groter dan de grenslaagspanning van de diode zodat er inwendig over de junctie een positieve spanning staan. De barrière van de grenslaagpotentiaal wordt door de toegevoerde elektronen overwonnen en aarzelend volgen ze de weg door de junctie.

- Gebied 3 bereiken we door een hogere spanning, via een voorschakelweerstand, over de diode te plaatsen. Er vloeit dan een stroom door de diode, maar de spanning die over de diode kan worden gemeten is praktisch onveranderlijk, ongeacht de grootte van de stroom. Deze spanning over de diode noemen we de voorwaartse spanningsval Ud. Ud is ongeveer gelijk aan de grenslaagspanning en bedraagt dus voor Si-dioden 0,7 volt en voor Gedioden 0,3 volt.

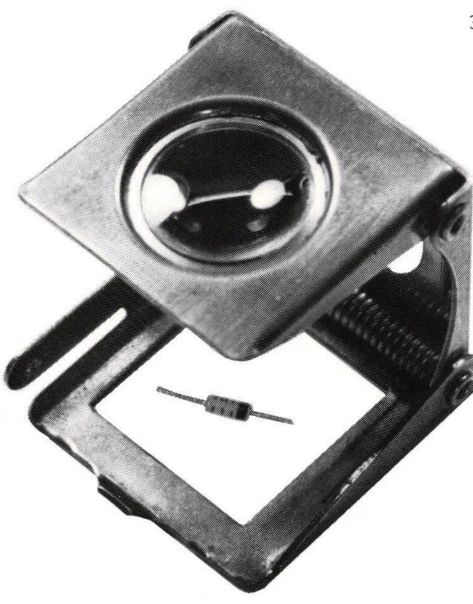
  Uit de karakteristiek kunnen we concluderen dat Ud iets stijgt als de stroom door de diode Id, toeneemt. Dit is te wijten aan de inwendige weerstand Rd van de junctie. Voor de meeste dioden is Rd zeer klein, enkele tienden van een ohm, en in berekeningen wordt Ud als constant beschouwd.
  Laten we nu onze tweepoot eens in sperrichting schakelen en kijken hoe hij reageert.

- Gebied 4: De bronspanning is negatief gepolariseerd, dit tot grote vreugde van de ladingen in het grensgebied die hierdoor worden versterkt. Er vloeit helemaal geen stroom door de junctie, op een uiterst minieme lekstroom van enkele nano- of micro-ampères na. Deze lekstroom is te wijten aan de thermische trilling van de halfgeleiderkristallen.

- Gebied 5: Als de inverse spanning toeneemt komt er een moment waarop de aantrekkingskracht van de toegevoerde elektronen en gaten zo groot wordt dat er 'doorslag' plaatsvindt. In de junctie vindt dan plotseling een aanzienlijke warmteontwikkeling plaats waardoor ze smelt of uiteenknalt. We kunnen dit verschijnsel dan ook klasseren bij de droevige, eenmalige gebeurtenissen in het bestaan van een diode.

Karakteristiek van een Ge-diode
De karakteristiek van een Ge-diode is bijna identiek met die van de Si-diode wat het spergebied en het verschijnsel van doorslag betreft. In doorlaatrichting is het overgangsgebied, gebied 2, langer en de karakteristiek verloopt in gebied 3 lang niet zo steil doch meer gebogen. Het grootste verschil met een Si-diode is de voorwaartse spanningsval, die bij Gedioden slechts 0,3 volt bedraagt.

Thermische gevoeligheid
De lekstroom die we reeds in gebied 4 bij de bespreking van de karakteristiek tegenkwamen is te wijten aan de trilling van de halfgeleiderkristallen onder invloed van de warmte. Het is logisch te veronderstellen dat deze lekstroom toeneemt naarmate het warmer wordt, en dat is ook zo. In het algemeen is het zo dat de lekstroom



verdubbelt bij elke 10° stijging voor Gedioden, en elke 8° voor Si dioden. Voor deze laatste is dit helemaal geen probleem aangezien de lekstroom maar enkele nano-ampères bedraagt (dit is een miljardste van een ampère), maar voor een Ge-diode is de lekstroom ongeveer 1000 x groter zodat in gevoelige schakelingen een temperatuurverhoging van bijvoorbeeld 50° fouten kan doen optreden.

Een temperatuurverhoging heeft ook invloed op de voorwaartse spanningsval Ud van de diode. Zowel voor Ge als Si-dioden vermindert Ud met 2,5 mV per ° celcius. Dit verschijnsel gebruikte men vroeger wel eens om een elektronische thermometer te bouwen met een diode als sensor.

Metingen op dioden met een ohm-meter
Alvorens we een diode uit een rommelbakje in een nieuwe schakeling stoppen zou het wel nuttig zijn als we in de mogelijkheid waren te controleren of die tweepoot het voorgaande experiment wel heelhuids door is gekomen.
Indien de diode de folteringen niet heeft overleefd en de junctie tot een kortsluiting is ineengesmolten, kunnen we zodoende een hele hoop onderdelen, kosten en rook besparen.
Een eenvoudige en goede methode om dioden te controleren is om ze met een ohm-meter na te meten.
Uit het artikel dat handelde over multimeters weten we nog hoe een doorsnee

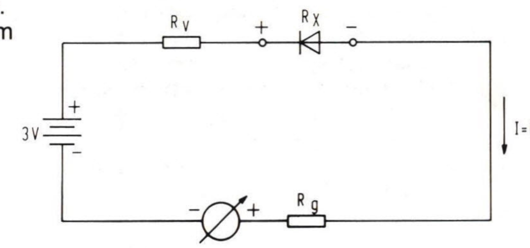


Fig. 6

ohm-meter is opgebouwd: een spanningsbron stuurt via een voorschakelweerstand en de onbekende weerstand Rx, hier een diode, een stroom door de galvanometer die uitwijkt en een weerstandwaarde aangeeft.
Indien we nu de diode zodanig aansluiten tussen de meetdraden dat de batterij van de ohm-meter de diode in sperrichting schakelt, dan zal de diode geen stroom doorlaten en we meten: Rx = oneindig, zie fig. 6.

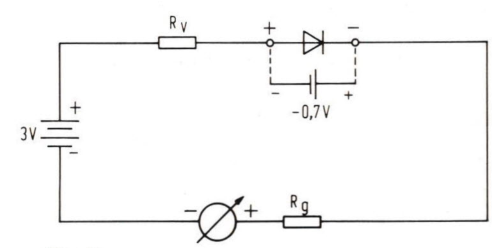


Fig. 7

Polen we de diode nu om tussen de meetdraden dan wijkt de meter wel uit, maar hetgeen hij aanduidt is *geen weerstandswaarde!* Wat er gebeurt, is dat de meetkring door de diode gesloten wordt, maar de spanningsbron in de kring wordt verminderd met Ud, dit is de spanningsval over de in doorlaat gepolariseerde diode. De afleesnaald duidt dan niet 0 ohm aan, maar wel de verhouding tussen Ud en de batterijspanning van de ohmmeter. Als bijvoorbeeld onze ohmmeter met twee batterijtjes van 1,5 volt werkt, dan bedraagt de meetspanning 3 volt. In geval van een Si-diode is er slechts een effectieve bron

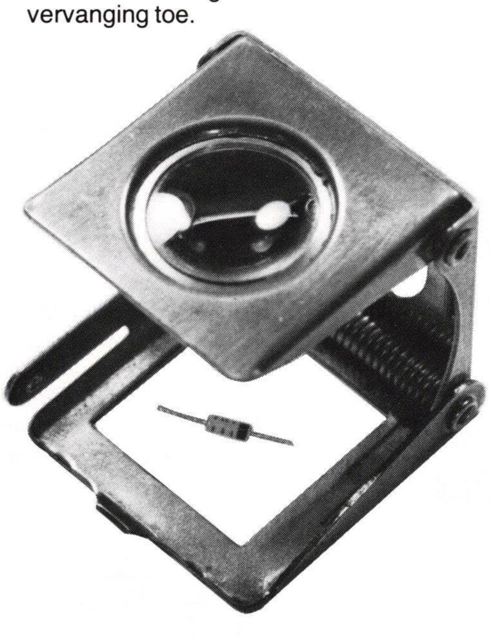
van 3 − 0,7 = 2,3 volt in de kring aanwezig. Omgerekend naar de eenheid geeft dit een naalduitwijking van 2,3/3 = 0,767 x de volle schaal. Deze aanwijzing is een rechtstreekse aanduiding van Ud, zie fig. 7.

Wanneer we van ohm bereik omschakelen, kunnen we zien dat de naald iets veranderd. Dit is te verklaren, doordat de meetstroom dan groter of kleiner wordt, waardoor Ud respectievelijk ook iets groter of kleiner wordt wegens de invloed van Rd.
Op deze manier kunnen we ook duidelijk het verschil meten tussen een Ge- en een Si-diode. Bij een Ge-diode is Ud veel kleiner zodat de naald dichter het einde van de schaal zal naderen.
Een goede diode is bij meting met een ohm-meter te herkennen aan de oneindige weerstand in sperrichting en een naalduitwijking bij ompoling van de meetdraden. Hoever de naald bij normale dioden uitwijkt op jouw meettoestel kun je het beste voordien eens proberen met een ongebruikte diode. Je kunt dan tevens nakijken hoe de polarisatie van de meetsnoeren is, dan kun je later de anode en kathode bepalen van dioden waarvan de markering van het kathodestreepje is weggesleten.

Je begrijpt natuurlijk wel dat, wanneer de metingen in beide richtingen oneindig als resultaat hebben, de diode is overleden. Als je in beide richtingen een kleine 'weerstandwaarde' kunt aflezen heeft de diode een inwendige kortsluiting. Het beste kun je hem dan met een sierlijke boog in de prullenbak deponeren . . .
Schakel dioden nooit parallel! Tot dit besluit kun je komen via een klein proefje: meet met een ohm-meter de Ud-waarde van 2 dioden van hetzelfde type. Lees de waarde zeer nauwkeurig af, hiervoor moet je soms even op het glas van de meter tikken want door de traagheid van het metermechanisme komt de naald tot stilstand even voor of na de juiste waarde. Na deze twee metingen zul je bemerken dat er een klein verschil is tussen de Ud van de beide dioden. Bij parallelschakeling zal de diode met de kleinste Ud vlugger in geleiding treden dan de andere. Het grootste deel van de stroom vloeit dan door die diode en de andere heeft bijna geen nut. Het rekensommetje om twee dioden van 3 ampère te gebruiken om 6 ampère gelijk te richten gaat dus helemaal niet op. Doe je het toch, dan begeeft eerst de diode het met de kleinste Ud, waarna de andere diode de volle stroom krijgt te slikken en stuk gaat. Een tweelingplof dus . . .

Metingen op dioden onder spanning
Wanneer we de goede werking van een diode in een DC-stroomkring wensen na te gaan kunnen we dit doen door de spanning op anode en kathode na te meten. In doorlaat is de anodespanning steeds 0,7 volt hoger dan de kathodespanning, bij Ge 0,3 volt.
Voor een diode in een wisselspanningsketen kunnen we twee gevallen onderscheiden: er is een afvlakcondensator achter de diode aanwezig, of niet.

Geen afvlakcondensator: we schakelen onze meter op een AC spanningsbereik dat voldoende hoog is om de voedingspanning op de diode te kunnen meten. We meten eerst de voedingsspanning Uac. Vervolgens plaatsen we de meetklemmen over de diode. We moeten nu een waarde meten gelijk aan 1/2 Uac + Ud. Indien de meter niet uitwijkt verwisselen we de meetklemmen van plaats, als we dan nog geen spanning meten dan is de diode kortgesloten.
Indien voor de diode steeds de volle Uac is te meten dan is de diode inwendig onderbroken. In beide gevallen is de diode aan vervanging toe.



Wel een afvlakcondensator: in dit geval zal de condensator zich opladen tot de piekwaarde van Uac. Om de diode te controleren stellen we de meter in op een DC-spanningsbereik dat 2x zo hoog is als Uac, want de DC-spanning op de condensator is dan ongeveer $\sqrt{2}$ x Uac. Indien we deze waarde – of iets minder als er een schakeling als belasting over de condensator staat – over de condensator meten is de diode goed. Over de diode staat dezelfde spanning als over de condensator. Wanneer de condensator niet oplaadt is de diode onderbroken. In het geval dat we over de condensator een aanmerklijk lagere waarden dan $\sqrt{2}$ x Uac meten bestaat de mogelijkheid dat de condensator in het rijk der hemelen vertoeft. Ook dit kunnen we eenvoudig met een ohmmeter nagaan, maar daarvoor moeten we de condensator aan een zijde lossolderen. Ontlaadt deze dan door de aansluitingen kort te sluiten met een draadje.
Voordien mag je natuurlijk nooit vergeten het toestel of de schakeling van de netspanning los te maken, anders heb je vuurwerk!

Na het ontladen verbinden we de condensator met de meetpennen van de ohmmeter. Let dan goed op. Eerst zal de meter in de richting van 0 ohm uitslaan en vervolgens langzaam naar de oneindige weerstand aanduiding terugkruipen. De snelheid waarmee dit alles gebeurt is afhankelijk van de waarde van de condensator, maar voor capaciteiten die groter zijn dan 1 μF is de methode bruikbaar.
Zorg er wel voor dat je met je vingers de condensator niet aan beide klemmen raakt want dan geeft de meter de weerstandswaarde van je huid weer.
Bij metingen op dioden in een brugschakeling is de situatie iets ingewikkelder. Met verwaarlozing van Ud kunnen we zonder afvlakcondensator over elke diode 1/2 Uac meten, en met een afvlakcondensator komt daarin weinig verandering.

Dirk van den Broeck

Leer vandaag waar U morgen wat aan heeft

Basis elektronicus

Deze cursus bestaat uit BE-A en BE-BC en is bedoeld voor hen die een gedegen basiskennis van de elektronica en elektronische schakelingen wensen. Wordt ook veel gevolgd door hen die zijdelings met elektronica te maken hebben. MTS-ers E e.d. starten direct met BE-BC (analoge en digitale halfgeleidertechniek).

Middelbaar elektronicus

Deze cursus is bedoeld voor hen, die een gedegen kennis van alle facetten van de elektronica willen verwerven. Men dient minimaal te beschikken over een vooropleiding op het niveau van basis elektronicus, MTS-E, praktische halfgeleidertechniek o.i.d.

Praktische digitale techniek

Voor elke aankomende elektronicus en werktuigkundige een must. Een uitstekende cursus over digitale funktieblokjes. Vooropleiding BE-A of kennis elektrotechniek.

Microprocessors/ microcomputers

Bestemd voor technici en elektronici, die een gedegen kennis van de microprocessor willen verkrijgen. Naast een grondige kennis over de opbouw van de microcomputer leert u ook eenvoudige programma's in assembly-taal te schrijven.

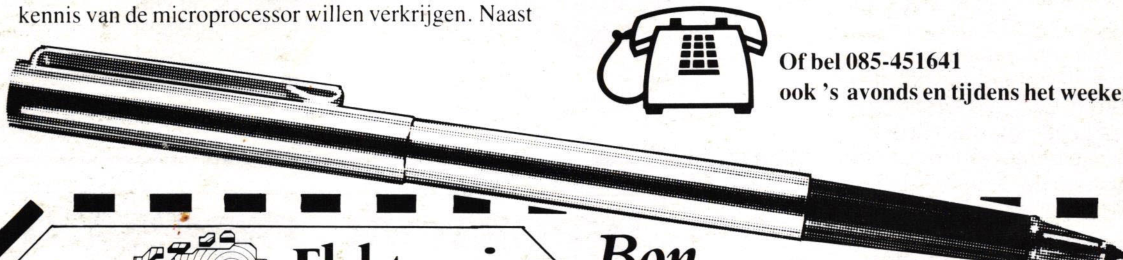
Basic programming

Deze cursus is voor hen, die personal computers willen programmeren. Ook ideaal uitgangspunt voor studie van andere programmeertalen.

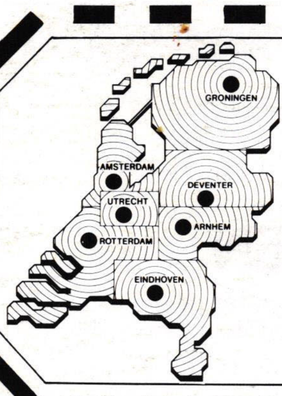
En voorts:

Op het gebied van de elektronica hebben we verder de cursussen: meet- en regeltechnicus, computertechnicus, TV-technicus, assembly programming en interfacing, videotechniek en digitale audio. In onze studiegids ''automatiseringscursussen'' vindt u informatie over Pascal en onze NOVI-opleidingen (basiskennis informatica e.d.).

Tip *Alle cursussen kunnen volledig schriftelijk worden gevolgd (Thuis en in eigen tempo). Daarnaast bestaat er de mogelijkheid deel te nemen aan de mondelinge begeleiding. Eénmaal per 3 of 4 weken komt u dan naar één van de zeven cursusplaatsen, waar de bestudeerde lessen nog eens worden doorgenomen.*



Of bel 085-451641
ook 's avonds en tijdens het weekend.



Elektronica opleidingen Dirksen

Parkstraat 25, 6828 JC Arnhem
Tel.: 085-451641 of vanuit België: 00/31 85451641

Wat betreft het schriftelijk onderwijs erkend door de minister van onderwijs en wetenschappen bij beschikkking d.d. 18-12-1974, kenmerk BVO/SFO 129.448.

Bon

Zend mij informatie en een proefles van de cursus(sen): ....
....
Naam: ....
Adres: ....
Postcode + plaats: ....

Deze bon in een gesloten envelop, zonder postzegel, zenden naar: Elektronica opleidingen Dirksen, Antwoordnummer 677, 6800 WC Arnhem.

09-HO-02-BD